

Aus dem Departement für Nutztiere der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich  
(Direktor: Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun)

---

**Intravenöse und perorale Behandlung von Kühen mit Gebärparese mit  
Kalzium und Natriumphosphat**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde  
der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich

vorgelegt von  
**Marlis Blatter**  
Tierärztin  
von Brig-Glis und Ried bei Brig VS

genehmigt auf Antrag von  
Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun, Referent  
PD. Dr. A. Liesegang, Korreferentin

Zürich, 2011  
Zentralstelle der Studentenschaft



Meinen lieben Eltern



# **INHALTSVERZEICHNIS**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. ZUSAMMENFASSUNG</b>   | <b>1</b>  |
| <b>2. SUMMARY</b>   | <b>3</b>  |
| <b>3. EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG</b>  | <b>5</b>  |
| <b>4. LITERATURÜBERSICHT</b>  | <b>6</b>  |
| 4.1. Gebärparese  | 6         |
| 4.2. Elektrolytstoffwechsel   | 6         |
| 4.3. Pathogenese der Gebärparese  | 6         |
| 4.4. Therapie der Gebärparese   | 6         |
| 4.4.1. Therapie der Hypokalzämie  | 6         |
| 4.4.2. Therapie der Hypophosphatämie  | 7         |
| 4.4.3. Standardtherapie der Gebärparese   | 8         |
| 4.5. Prophylaxe der Gebärparese   | 8         |
| 4.6. Zusammenfassung und Resultate der bisherigen Dissertationen zur<br>medikamentösen Behandlung der Gebärparese | 9         |
| <b>5. MATERIAL UND METHODIK</b>   | <b>14</b> |
| 5.1. Untersuchte Tiere  | 14        |
| 5.1.1. Tiergruppen A und B: Gesunde Kühe post partum  | 14        |
| 5.1.1.1. Tiergruppe A   | 14        |
| 5.1.1.2. Tiergruppe B   | 14        |
| 5.1.2. Tiergruppen C und D: Kühe mit Gebärparese  | 15        |
| 5.1.2.1. Tiergruppe C   | 15        |
| 5.1.2.2. Tiergruppe D   | 16        |
| 5.2. Klinische Untersuchung der Kühe mit Gebärparese  | 17        |
| 5.2.1. Spezielle Anamnese   | 17        |
| 5.2.2. Klinische Untersuchung   | 17        |
| 5.3. Behandlung der Kühe  | 17        |
| 5.3.1. Legen eines Venenverweilkatheters  | 17        |

|  |           |
|--|-----------|
| 5.3.2. Tiergruppe A: Wasser peroral bei gesunden Kühen<br>post partum  | 17        |
| 5.3.3. Tiergruppe B: Kalziumlaktat peroral bei gesunden Kühen<br>post partum   | 18        |
| 5.3.4. Tiergruppe C: Kalziumborogluconat intravenös bei Kühen mit<br>Gebärparese   | 18        |
| 5.3.5. Tiergruppe D: Kalziumborogluconat und Natriumphosphat<br>intravenös sowie Kalziumlaktat und Natriumphosphat per os<br>bei Kühen mit Gebärparese | 18        |
| 5.3.6. Betreuung der Gebärparese-Kühe während und nach der<br>Behandlung   | 19        |
| 5.3.7. Nachbehandlung der Gebärparese-Kühe   | 19        |
| 5.4. Entnahme der Blut- und Harnproben   | 19        |
| 5.5. Untersuchung der Blutproben   | 20        |
| 5.6. Untersuchung der Harnproben   | 20        |
| 5.7. Statistik   | 21        |
| 5.8. Zusammenarbeit mit anderen Instituten und Abteilungen der<br>Universität Zürich   | 21        |
| 5.9. Tierversuchsbewilligung   | 21        |
| <b>6. ERGEBNISSE</b>   | <b>22</b> |
| 6.1. Tiergruppen A und B: Gesunde Kühe post partum   | 22        |
| 6.1.1. Initiale Elektrolytbefunde im Blutserum   | 22        |
| 6.1.2. Initiale Creatin-Kinase (CK)-Aktivität  | 22        |
| 6.1.3. Verlauf der Elektrolytkonzentrationen nach Behandlung   | 22        |
| 6.1.3.1. Kalzium   | 22        |
| 6.1.3.2. Ionisiertes Kalzium   | 22        |
| 6.1.3.3. Anorganisches Phosphat  | 23        |
| 6.1.3.4. Magnesium   | 25        |
| 6.1.4. Ausscheidung von Kalzium, anorganischem Phosphat und<br>Magnesium mit dem Harn sowie Harn-pH-Wert   | 25        |
| 6.1.5. Klinischer Verlauf  | 27        |
| 6.2. Tiergruppen C und D: Kühe mit Gebärparese   | 27        |

|  |           |
|--|-----------|
| 6.2.1. Klinische Befunde   | 27        |
| 6.2.2. Initiale Elektrolytkonzentrationen im Blutserum   | 28        |
| 6.2.3. Weitere Blutparameter   | 32        |
| 6.2.4. Verlauf der Elektrolytkonzentrationen nach Therapie   | 32        |
| 6.2.4.1. Kalzium   | 32        |
| 6.2.4.2. Ionisiertes Kalzium   | 37        |
| 6.2.4.3. Anorganisches Phosphat  | 40        |
| 6.2.4.4. Magnesium   | 43        |
| 6.2.5. Ausscheidung von Kalzium, anorganischem Phosphat und<br>Magnesium mit dem Harn sowie Harn-pH-Wert | 46        |
| 6.2.6. Klinischer Verlauf  | 49        |
| 6.2.6.1. Aufstehen nach der Behandlung   | 52        |
| 6.2.6.2. Behandlungserfolg   | 59        |
| <b>7. DISKUSSION</b>   | <b>61</b> |
| 7.1. Tiergruppen A und B: Gesunde Kühe post partum   | 61        |
| 7.2. Tiergruppen C und D: Kühe mit Gebärparese   | 62        |
| 7.2.1. Spezielle Anamnese  | 62        |
| 7.2.2. Klinische Befunde   | 62        |
| 7.2.3. Initiale Elektrolytkonzentrationen im Blutserum   | 62        |
| 7.2.4. Verlauf der Elektrolytkonzentrationen nach Behandlung   | 63        |
| 7.2.4.1. Kalzium   | 63        |
| 7.2.4.2. Anorganisches Phosphat  | 64        |
| 7.2.4.3. Magnesium   | 65        |
| 7.2.5. Fraktionelle Exkretion von Kalzium, Phosphor<br>und Magnesium mit dem Harn                        | 65        |
| 7.2.6. Klinischer Verlauf  | 65        |
| <b>8. LITERATURVERZEICHNIS</b>   | <b>73</b> |
| <b>9. LEBENSLAUF</b>   | <b>77</b> |
| <b>10. DANKSAGUNG</b>  | <b>78</b> |
| <b>11. ANHANG</b>  | <b>79</b> |





## 1. ZUSAMMENFASSUNG

Das Ziel dieser Arbeit war es, bei Kühen mit Gebärparese infolge Hypokalzämie und Hypophosphatämie den Elektrolytverlauf im Blutserum und den Therapieerfolg nach Behandlung mit Kalziumborogluconat intravenös bzw. nach Therapie mit Kalziumborogluconat und Natriumdihydrogenphosphat intravenös sowie Kalziumlaktat und Natriumhydrogenphosphat peroral zu untersuchen.

Um die Wirkung von oral verabreichtem Kalziumlaktat zu untersuchen, wurde in einer Voruntersuchung je fünf frisch gekalbten, gesunden Kühen Wasser (Gruppe A) bzw. Kalziumlaktat (Gruppe B) peroral verabreicht, und danach wurde der Elektrolytverlauf im Blutserum untersucht. Weder Wasser noch Kalziumlaktat führten zu einer signifikanten Beeinflussung der Kalzium-, Phosphor- und Magnesiumkonzentrationen im Blut.

Die eigentliche Untersuchung umfasste 30 Kühe mit Gebärparese, die in zwei Gruppen (Gruppen C und D) à je 15 Tiere eingeteilt wurden. Den Kühen beider Gruppen wurden 500 ml einer 40%igen Kalziumborogluconatlösung verabreicht. Die Kühe der Gruppe D wurden zudem mit 500 ml einer Natriumdihydrogenphosphat-Lösung (50 g Natrii dihydrogenophosphas dihydricus) intravenös sowie mit Kalziumlaktat (80 g Kalzium) gelöst in 20 Litern Wasser und mit 350 g Natriumhydrogenphosphat peroral behandelt.

Danach wurden über einen Zeitraum von drei Tagen die Kalzium-, Phosphor- und Magnesiumverlaufskurven und das Ansprechen der Tiere auf die Therapie untersucht. Vor der Behandlung unterschieden sich die Elektrolytwerte der Gruppen C und D nicht. Unabhängig von der Therapie stieg die Kalziumkonzentration nach der Behandlung stark an. Während 60 bis 90 Minuten lag eine Hyperkalzämie vor. Danach befanden sich die Kalzium-Konzentrationen zwischen vier und sechs Stunden im Normalbereich, dann bis zum Zeitpunkt 48 Stunden unterhalb des Referenzbereichs. Ab dem Zeitpunkt 72 Stunden lagen wieder normale Kalziumkonzentrationen vor. Die Phosphatkonzentrationen stiegen in der Gruppe C, welche nur Kalzium erhalten hatte, langsam an und erreichten den Normalbereich erst nach 24 Stunden. Bei der Gruppe D, die zusätzlich Phosphat intravenös und peroral erhalten hatte, stieg die Phosphatkonzentration stark an. Die Kühe dieser Gruppe wiesen bis 20 Minuten nach

der Infusion eine Hyper- und danach bis zum Ende der Versuchsperiode (72 Stunden nach der Behandlung) eine Normophosphatämie auf.

Der Therapieerfolg der Gruppen C und D unterschied sich nicht, obwohl bezüglich des Erstbehandlungserfolgs zwischen den beiden Gruppen ein tendenzieller Unterschied ( $P=0.06$ ) bestand. Nach einer einmaligen Behandlung waren 53 % der Kühe, die nur eine Kalziuminfusion erhalten hatten (Gruppe C), geheilt. Bei der Gruppe, die sowohl mit Kalzium als auch mit Natriumphosphat intravenös und peroral behandelt worden war (Gruppe D), waren nur 20 % der festliegenden Kühe nach einer Behandlung geheilt. Die Rezidivrate war bei der Gruppe D mit acht von einem Rezidiv betroffenen Kühen signifikant ( $P < 0.05$ ) höher als bei der Gruppe C mit drei betroffenen Kühen.

## 2. SUMMARY

The aim of this study was to examine the serum electrolyte concentrations and the therapeutic success after treatment with calciumborogluconate intravenously and after treatment with calciumborogluconate and sodium phosphate intravenously and calcium lactate and sodium phosphate orally respectively in cows with parturient paresis due to hypocalcaemia and hypophosphataemia.

To examine the effects of oral administration of calcium lactate on serum electrolyte concentrations, five healthy cows (group A) were given 20 liters water orally within one hour post partum, and another five healthy cows (group B) were administered calcium lactate orally within one hour after birthgiving. Nor water nor calcium lactate had a significant influence on the serum concentrations of calcium, phosphate and magnesium.

30 cows with parturient paresis were divided into two groups of 15 animals each (groups C and D). The cows of both groups were treated with 500 ml of a 40% borogluconate solution. In addition, the cows of group D were administered 500 ml of a sodiumphosphate solution (50 g natrii dihydrogenophosphas dihydricus) intravenously as well as calcium lactate (80 g calcium) dissolved in 20 liters water and 350 g sodium phosphate orally.

Blood samples for the determination of calcium, ionized calcium, inorganic phosphorus and magnesium were collected over a period of three days and the success of the treatment was monitored.

Before treatment the concentrations of the electrolytes did not differ significantly between the groups C and D. Independently of the treatment the mean concentration of total calcium increased well above the initial value and a hypercalcaemia was induced during 60 - 90 minutes, followed by a mean calcium concentration within the normal range for four to six hours. A hypocalcaemia was present up to 48 hours, and in both groups normal calcium levels were reached 72 hours after treatment.

The phosphorus values of the cows treated with a calcium infusion alone rose slowly and reached the normal range of phosphorus after 24 hours only. The cows treated additionally with sodium phosphate intravenously and perorally were hyperphosphatae-

mic for 20 minutes after the sodium phosphate infusion, and then reached the normal range for phosphate until the end of the examination period (72 hours after treatment). There was no difference in the success rate of treatment in the two groups, although the recovery rate showed an important difference between the groups C and D ( $P = 0.06$ ). 53 % of the cows who had been given calcium intravenously only (group C) responded to a single treatment, but only 20 % of the cows who had been treated with calcium and sodiumphosphate intravenously and orally (group D) were healed after one treatment. The rate of recurrence was significantly higher ( $P < 0.05$ ) in group D with eight affected cows than in group C with three affected cows.

### 3. EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG

Bei Kühen mit Gebärparese wird in 80 – 90 % der Fälle eine gleichzeitige Hypokalzämie und Hypophosphatämie diagnostiziert. Für eine optimale Behandlung einer Kuh mit Gebärparese erscheint es wichtig, dass sowohl die Kalzium- als auch die Phosphorkonzentrationen schnell und dauerhaft korrigiert werden können. SALIS (2002) und JEHLE (2004) haben gezeigt, dass der Kalziumspiegel durch eine Infusion mit Calcamyl-40MP® schnell angehoben werden kann. Der Phosphatspiegel erhöht sich nach dieser Behandlung zeitlich deutlich verzögert sekundär durch eine Senkung der Parathormon-Konzentration nach Kalzium-Anstieg (GOFF, 2000). Einerseits führt dies zu einer verstärkten renalen Phosphat-Resorption und zu einer verminderten Phosphat-Sekretion in den Speichel, andererseits wird durch die dank der Normokalzämie wiedereinsetzende Magen-Darm-Funktion mehr Phosphor absorbiert (BRAUN et al., 2006).

DUMELIN (2005) hat festgestellt, dass es nach peroraler Verabreichung von Natriumphosphat nach ca. einer Stunde zum Ansteigen der anorganischen Phosphatkonzentration im Blut kam. Drei Stunden nach der Therapie stabilisierte sich die Phosphatkonzentration dauerhaft im Normalbereich. Ein noch schnelleres Ansteigen des Phosphorspiegels im Blut kann durch eine Natriumphosphat-Infusion erzielt werden. Die Untersuchungen von ZULLIGER (2008) haben gezeigt, dass bis zu 20 Minuten nach einer Phosphat-Sturzinfusion zu hohe und danach für einige Stunden normale Phosphor-Konzentrationen vorliegen. Fünf Stunden nach der Infusion kommt es jedoch wieder zu einer Hypophosphatämie. Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, zu untersuchen, ob mit einem kombinierten Therapieansatz, bestehend aus einer intravenösen und einer peroralen Verabreichung von Kalzium und Natriumphosphat, ein schnelles und dauerhaftes Ansteigen der Kalzium- und Phosphorkonzentrationen bei Kühen mit Gebärparese erzielt werden kann, und ob so behandelte Kühe eine bessere Erstbehandlungsrate als konventionell nur mit Calcamyl-40MP® behandelte Kühe aufweisen.

## **4. LITERATURÜBERSICHT**

Die vorliegende Literaturübersicht soll hauptsächlich die neuesten Untersuchungen zur Therapie der durch Kalzium- und Phosphormangel ausgelösten Gebärpause anzeigen. Die in den Dissertationen über die Behandlung von Kühen mit Gebärpause von SALIS (2002), JEHLE (2004), DUMELIN (2005) und ZULLIGER (2008) zusammengefasste Literatur dient dabei als Grundlage und wird nicht dargestellt. Die Resultate der genannten Dissertationen werden ausführlich und vergleichend beschrieben.

### **4.1. Gebärpause**

Ausführungen über das Wesen und die Häufigkeit der Gebärpause finden sich in den Dissertationen von SALIS (2002), JEHLE (2004), DUMELIN (2005) und ZULLIGER (2008).

### **4.2. Elektrolytstoffwechsel**

Grundsätzliche Bemerkungen zum Elektrolytstoffwechsel des Rindes post partum sind in den Dissertationen von SALIS (2002), JEHLE (2004), DUMELIN (2005) und ZULLIGER (2008) zu finden.

### **4.3. Pathogenese der Gebärpause**

Die Pathogenese der Gebärpause wird in den Dissertationen von SALIS (2002), JEHLE (2004), DUMELIN (2005) und ZULLIGER (2008) ausführlich besprochen.

### **4.4. Therapie der Gebärpause**

#### **4.4.1. Therapie der Hypokalzämie**

Die häufigste Therapie der Gebärpause ist die intravenöse Kalziumgabe. Die Kalziuminfusion soll vor allem die Kalzium-Phosphor-Homöostase wieder ins Gleichgewicht bringen und ist keine eigentliche Substitutionstherapie. Diese Aussage bestätigen die Resultate von JEHLE (2004), die bei Kühen, denen im Vergleich zur Standard-Therapie die doppelte Kalzium-Menge intravenös verabreicht worden war, keine besseren Therapie-Erfolge festgestellt hatte. SALIS (2002) hat gezeigt, dass

es bezüglich des Therapie-Erfolgs und der Elektrolyt-Konzentrationen keine Rolle spielt, ob der Kuh das Kalzium in Form einer Sturzinfusion oder in Form einer Dauertropfinfusion verabreicht wird. Kalzium kann nach der Infusion zusätzlich subkutan verabreicht werden, um eine Depotwirkung zu initiieren. Die subkutane Applikation ist auch indiziert, wenn die Kalziuminfusion infolge von Herzrhythmus-Störungen abgebrochen werden muss (OETZEL, 1988).

Die Beliebtheit der Luftinsufflation ins Euter mit dem Ziel einer verminderten Milchproduktion hat nach MARTIG (2002) in den letzten Jahren wieder zugenommen. ANDERSEN (2003) hat gezeigt, dass die Rezidivrate von 35.5 % bei alleiniger Kalziuminfusion mit zusätzlicher Luftinsufflation auf 14.8 % gesenkt werden kann.

#### **4.4.2. Therapie der Hypophosphatämie**

Bei der intravenösen Verabreichung von Calcamyl-40MP®, einer Lösung mit 40 % Kalzium-Borogluconat mit einem Zusatz von 6 % Magnesium-Hypophosphit, erhöht sich der Phosphatspiegel zeitlich deutlich verzögert sekundär durch eine Senkung der Parathormon-Konzentration nach Kalziumanstieg (GOFF 2000). Einerseits führt dies zu einer verstärkten renalen Phosphat-Resorption und zu einer verminderten Phosphat-Sekretion in den Speichel, andererseits wird durch die dank der Normokalzämie wiedereinsetzende Magen-Darm-Funktion mehr Phosphor absorbiert (BRAUN et al., 2006). Dieser Regelmechanismus erklärt auch, weshalb eine leichte Hypophosphatämie in der Regel keine klinischen Symptome auslöst und sich ohne spezifische Therapie durch Beseitigung der primären Erkrankung beheben lässt (FORRESTER und MORELAND, 1989). Eine hochgradige Hypophosphatämie sollte jedoch behandelt werden, da sonst lebensgefährliche Komplikationen auftreten können (FORRESTER und MORELAND, 1989). Im Folgenden werden die Methoden zur Beeinflussung der Phosphatkonzentration kurz aufgeführt:

##### **a) Vitamin D<sub>3</sub>-Injektion**

Eine intramuskuläre Vitamin D<sub>3</sub>-Injektion, idealerweise zwei bis acht Tage vor der Geburt verabreicht, führt einerseits zu einer erhöhten Freisetzung von Kalzium aus den Knochenkalzium-Reserven sowie zu einer verbesserten Kalzium- und Phosphatresorption, und andererseits wird die Kalzium- und Phosphatausscheidung gehemmt.

Diese Mechanismen führen zu einer erhöhten Kalzium- und Phosphatkonzentration im Blutserum. Wenn die Geburt nicht innerhalb einer Woche nach der Vitamin D<sub>3</sub>-Injektion erfolgt, wird die Behandlung wiederholt (Tierarzneimittel-Kompendium der Schweiz).

#### b) Natriumphosphat intravenös

ZULLIGER (2008) zeigte, dass mit einer intravenösen Verabreichung von Natriumphosphat die Phosphor-Konzentration im Blut schnell, jedoch nicht dauerhaft erhöht werden kann.

#### c) Natriumphosphat per os

Bei den von DUMELIN (2005) behandelten Kühen stabilisierte sich die Phosphorkonzentration nach peroraler Verabreichung von Natriumphosphat nach drei Stunden im Normalbereich.

### **4.4.3. Standardtherapie der Gebärparese**

Die Therapie der Gebärparese wurde in den Dissertationen von SALIS (2002) und JEHLE (2004) ausführlich dargestellt.

### **4.5. Prophylaxe der Gebärparese**

Die prophylaktischen Massnahmen zur Verhinderung einer Gebärparese wurden in der Dissertation von BRYCE (2007) besprochen. GEISHAUSER et al. (2008) führten Untersuchungen mit Kalziumlaktat durch, welches den Kühen unmittelbar post partum in Wasser gelöst zum Trinken angeboten wurde. Nach den genannten Autoren wird das Präparat genau so gerne getrunken wie Wasser: 72 % der Kühe tranken die 20 Liter Kalziumlösung bzw. das Wasser vollständig aus. Der Kalziumgehalt im Blut stieg zehn Minuten nach Aufnahme der Kalziumtränke signifikant an und blieb während 24 Stunden signifikant erhöht. Bei Kühen, die nur Wasser aufgenommen hatten, fiel der Kalziumgehalt im Blut hingegen signifikant ab. Es wurde als Vorteil angesehen, dass die kalziumhaltige Lösung von den Kühen im Gegensatz zu den konventionell verwendeten Kalziumgelen und -boli selbst aufgenommen wird.



#### **4.6. Zusammenfassung und Resultate der bisherigen Dissertationen zur medikamentösen Behandlung der Gebärpause**

##### **Therapieansätze**

Zur Behandlung der Gebärpause sind von 2002 bis 2008 am Departement für Nutztiere der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich vier Dissertationen verfasst worden (vgl. Tab. 1). Der Therapie-Erfolg nach Erstbehandlung der Gebärpause lag zwischen 46.7 und 50.0 %.

SALIS (2002) verglich die Behandlungserfolge einer intravenösen Sturzinfusion von 600 ml einer 40%igen Kalziumborogluconat-Lösung mit einem Zusatz von 6 % Magnesiumhypophosphit (Calcamyl-40MP®) mit denjenigen einer Dauertropfinfusion. 30 Kühe mit Gebärpause wurden in 2 Gruppen A und B (je 15 Tiere) intravenös mit 600 ml einer 40%igen Kalziumborogluconat-Lösung behandelt. Der Gruppe A wurden die 600 ml der Lösung im Sturz infundiert, während die Gruppe B 200 ml der Lösung im Sturz und 400 ml in 10 Litern NaCl-Glukose erhielt. 47 % der festliegenden Kühe waren nach einer Behandlung geheilt. Bezüglich der Erfolgsrate der Erstbehandlung gab es zwischen den zwei Gruppen keine signifikanten Unterschiede.

JEHLE (2004) behandelte 30 an Gebärpause erkrankte Kühe anstatt wie üblich mit 500 ml einer 40%igen Kalziumborogluconat-Lösung mit der doppelten Menge, d. h. 1000 ml der Lösung. Ein Teil des Kalziums wurde im Sturz, ein Teil im Dauertropf verabreicht. Die erhöhte Kalziumdosis verbesserte das Therapieergebnis im Vergleich zur Standardbehandlung mit 500 ml nicht.

DUMELIN (2005) behandelte 30 Kühe mit Gebärpause mit 500 ml einer 40%igen Kalziumborogluconat-Lösung intravenös. 15 Kühe erhielten zusätzlich 350 g monobasisches Natriumphosphat peroral. Der Erstbehandlungserfolg der beiden Gruppen unterschied sich nicht signifikant und betrug in beiden Gruppen wie bei SALIS (2002) und JEHLE (2004) 47 %.

ZULLIGER (2008) hatte die Aufgabe, den Einfluss einer intravenösen Verabreichung von Natriumphosphat auf den Verlauf der Kalzium- und Phosphatkonzentrationen sowie den Therapieerfolg abzuklären. Dazu wurden 30 an Gebärpause erkrankte Kühe mit drei verschiedenen Therapie-Ansätzen (3 Gruppen A, B und C mit je 10 Tieren) behandelt. Alle Tiere erhielten 500 ml einer 40%igen Kalziumborogluconat-Lösung

intravenös. Den Kühen der Gruppen B und C wurde zusätzlich intravenös Natriumphosphat (500 ml einer Lösung mit 50 g Natriumphosphat) verabreicht, wobei die eine Gruppe das Präparat im Sturz und die andere Gruppe im langsamen Dauertropf über 6 Stunden erhielt. Der Erstbehandlungserfolg der drei Gruppen unterschied sich nicht signifikant und lag zwischen 50 und 70 %. Insgesamt konnten je nach Behandlungsgruppe 80 bis 100 % der Kühe mit Gebärpause erfolgreich therapiert werden.

In den vier genannten Dissertationen (je 30 Kühe mit Gebärpause) lagen jeweils nach der Erstbehandlung noch 8 bis 10 Kühe fest (Tab. 1). Alle diese Kühe wurden ein zweites Mal mit 300 ml Calcamyl-40MP® intravenös und 200 ml Calcamyl-40MP® subkutan behandelt.

### **Erfolg der Zweitbehandlung und Downer-Cow-Syndrom**

Kühe, die nach der Behandlung länger als 24 Stunden festliegen, werden als Downer-Cows bezeichnet. In allen vier Dissertationen (SALIS, 2002; JEHLE, 2004; DUMELIN, 2005; ZULLIGER, 2008) war das Auftreten des Downer-Cow-Syndroms mit jeweils 4 von 30 Kühen (13.3 %) identisch (Tab. 1).

SALIS (2002) konnte mit einer zweiten Behandlung 4 von 8 Tieren heilen, die nach der ersten Therapie nicht aufgestanden waren. Die 4 anderen Kühe entwickelten ein Downer-Cow-Syndrom, 3 davon mussten getötet werden. Alle Kühe, die mehr als eine Behandlung benötigten, waren zum Zeitpunkt der Erstbehandlung signifikant ( $P < 0.01$ ) länger festgelegt ( $6.1 \pm 2.8$  Stunden) als die mit nur einer Behandlung geheilten Tiere ( $2.7 \pm 1.4$  Stunden).

JEHLE (2004) konnte ebenfalls 4 von 8 Tieren, die nach der ersten Therapie nicht aufgestanden waren, mit einer zweiten Behandlung erfolgreich therapieren. Wie bei SALIS (2002) waren alle Kühe, die mehr als eine Behandlung benötigten, zum Zeitpunkt der Erstbehandlung signifikant länger festgelegt ( $5.9 \pm 4.00$  Stunden) als die mit nur einer Behandlung geheilten Tiere ( $3.6 \pm 1.34$  Stunden). Total traten 7 Rezidive (3 zum Downer-Cow-Syndrom führend) auf, davon musste eine Kuh mit Downer-Cow-Syndrom getötet werden. Die anderen 3 Kühe mit Downer-Cow-Syndrom überlebten.

Auch bei DUMELIN (2005) waren 4 der 8 nach der Erst-Therapie noch festliegenden Tiere nach der zweiten Behandlung aufgestanden. Total traten 6 Rezidive und 4 Dow-

ner Cows auf, 3 davon konnten nicht geheilt werden. Die Konzentration des Gesamtkalziums und des ionisierten Kalziums war bei den acht Kühen, die mehr als eine Behandlung bis zur Heilung benötigt hatten, vor der Erst-Therapie signifikant tiefer gewesen (Kalzium:  $0.82 \pm 0.26$  mmol/l, ionisiertes Kalzium:  $0.45 \pm 0.13$  mmol/l) als bei den 22 Kühen mit erfolgreicher Erstbehandlung (Kalzium:  $1.14 \pm 0.37$  mmol/l, ionisiertes Kalzium:  $0.64 \pm 0.18$  mmol/l). Auffallend war auch, dass die Aktivität der Creatin-Kinase (CK) bei den Kühen, die mehr als eine Behandlung benötigten, initial signifikant höher als bei den anderen festliegenden Kühen war. Diese Beobachtung war vorher auch schon von JEHL (2004) gemacht worden.

Bei ZULLIGER (2008) waren nach der zweiten Behandlung 6 der 10 noch festliegenden Kühe aufgestanden; ebenso nach der intravenösen Behandlung mit 500 ml einer 40%igen Kalziumborogluconat-Lösung die einzige Kuh, die ein Rezidiv entwickelt hatte. ZULLIGER (2008) verzeichnete demzufolge 4 Downer Cows. Eine Kuh konnte nach mehreren Behandlungen nach 72 Stunden wieder aufstehen, die anderen 3 Tiere mussten wegen persistierenden Festliegens getötet werden. Interessant war, dass bei allen 4 Kühen vor der Erstbehandlung eine signifikant tiefere Konzentration des Gesamtkalziums und des ionisierten Kalziums im Blut festgestellt worden war (Kalzium:  $0.67 \pm 0.14$  mmol/l, ionisiertes Kalzium:  $0.33 \pm 0.07$  mmol/l) als bei den übrigen 26 Kühen mit Gebärparese (Kalzium:  $1.06 \pm 0.37$  mmol/l, ionisiertes Kalzium:  $0.59 \pm 0.19$  mmol/l).

Bei allen Dissertationen bestand vor der Behandlung jeweils kein signifikanter Unterschied in den Elektrolyt- und, untersucht in den Dissertationen von DUMELIN (2005) und ZULLIGER (2008), Parathormon-Konzentrationen zwischen den verschiedenen Behandlungsgruppen.

Nach der Behandlung war die Parathormon-Konzentration sowohl bei den Kühen von DUMELIN (2005) als auch bei denjenigen von ZULLIGER (2008) jeweils signifikant abgesunken, und später langsam wieder angestiegen.

### **Verlauf der Kalziumkonzentration im Blut nach Therapie**

In Bezug auf den Verlauf der Kalziumkonzentration wurden in mehreren Untersuchungen (SALIS, 2002; DUMELIN, 2005; ZULLIGER, 2008) sehr ähnliche Beobachtungen erhoben. Unmittelbar nach der Infusion einer 40%igen Kalziumboroglu-

konat-Lösung kam es zu einer Hyperkalzämie, die 60 bis 90 Minuten anhielt. Darauf folgte eine vier- bis siebenstündige Phase mit Kalziumwerten im normalen Bereich und schliesslich erneut eine Hypokalzämie, welche sich erst nach 24 bis 48 Stunden normalisierte. Bei den Kühen von JEHLE (2004) hielt die Hyperkalzämie nach der Infusion mit der doppelten Menge einer 40%igen Kalziumborogluconat-Lösung 8 Stunden lang an; die Kalzium-Konzentration im Blut war dann 24 und 48 Stunden nach der Therapie deutlich zu tief und erreichte erst nach 72 Stunden den Normalbereich.

### **Verlauf der Phosphorkonzentration im Blut nach Therapie**

Die Phosphor-Konzentrationen im Blut lassen sich durch die orale oder intravenöse Gabe von Natriumphosphat stark beeinflussen. ZULLIGER (2008) bestätigte die Befunde von SALIS (2002), JEHLE (2004) und DUMELIN (2005), in dem er zeigte, dass die Phosphorkonzentration nach alleiniger Behandlung mit einer 40%igen Kalziumborogluconat-Lösung nur langsam anstieg und den Normalbereich 8 Stunden nach Behandlung nicht erreichte; erst 24 bis 48 Stunden nach der Therapie lag eine Normophosphatämie vor. DUMELIN (2005) stellte fest, dass die Serum-Phosphor-Konzentration nach oraler Verabreichung von Natriumphosphat nach 3 Stunden im Normalbereich lag und dann auch erhalten blieb, während in der Dissertation von ZULLIGER (2008) die Phosphor-Konzentration im Blut bis 20 Minuten nach einer Sturzinfusion von Natriumphosphat zwar oberhalb des Normalbereichs zu liegen kam, jedoch bereits nach 5 Stunden wieder im hypophosphatämischen Bereich lag. Bei den Tieren von ZULLIGER (2008), denen neben dem Kalzium intravenös 200 ml Natriumphosphat im Sturz und 300 ml Natriumphosphat im Dauertropf verabreicht wurden, war die Phosphor-Konzentration im Blut weniger stark angestiegen und während 2 Stunden im Normalbereich geblieben.

Tab. 1: Zusammenfassung und Resultate der bisherigen Dissertationen aus der Klinik für Wiederkäuer der Universität Zürich zur medikamentösen Behandlung der Gebärpause.

| Parameter                                   | Salis (2002)   | Jehle (2004)  | Dumelin (2005)   | Zulliger (2008)   |
|---|--|---|--|---|
| Untersuchte festliegende Kühe               | 2 Gruppen A und B; pro Gruppe je 15 Kühe   | 2 Gruppen A und B; pro Gruppe je 15 Kühe  | 2 Gruppen A und B; pro Gruppe je 15 Kühe   | 3 Gruppen A, B und C; pro Gruppe je 10 Kühe   |
| Therapie                                    | Gruppe A:<br>Kalziumborogluconat <sup>1</sup><br>i. v.: 600 ml im Sturz          | Gruppe A:<br>Kalziumborogluconat <sup>1</sup><br>i. v.: 200 ml im Sturz, 800 ml im Dauertropf | Gruppe A:<br>Kalziumborogluconat <sup>1</sup><br>i. v.: 500 ml im Sturz                    | Gruppe A:<br>Kalziumborogluconat <sup>1</sup><br>i. v.: 500 ml im Sturz   |
|   | Gruppe B:<br>Kalziumborogluconat<br>i. v.: 200 ml im Sturz, 400 ml im Dauertropf | Gruppe B:<br>Kalziumborogluconat<br>i. v.: 500 ml im Sturz, 500 ml im Dauertropf              | Gruppe B:<br>Kalziumborogluconat<br>i. v.: 500 ml im Sturz<br>Natriumphosphat<br>350g oral | Gruppe B:<br>Kalziumborogluconat<br>i. v.: 500 ml im Sturz<br>Natriumphosphat<br>i. v.: 500 ml im Sturz                       |
| Therapieerfolg der ersten Behandlung        | 47%. Kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen A und B                 | 46.7%. Kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen A und B                            | 46.7%. Kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen A und B                         | Gruppe C:<br>Kalziumborogluconat<br>i. v.: 500 ml im Sturz<br>Natriumphosphat<br>i. v.: 200 ml im Sturz, 300 ml im Dauertropf |
|   |  |   |  | 50–70%. Kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen A, B und C  |
| Nach der ersten Behandlung noch festliegend | 8 Kühe (26.7 %)  | 8 Kühe (26.7 %)   | 8 Kühe (26.7 %)  | 10 Kühe (33.3%)   |
| Tiere mit Rezidiv                           | 4 Tiere  | 7 Tiere   | 6 Tiere  | 1 Tier  |
| Downer-Cows                                 | 4 Kühe   | 4 Kühe  | 4 Kühe   | 4 Kühe  |
| Infolge Festliegens euthanasierte Tiere     | 3 Tiere  | 1 Tier  | 3 Tiere  | 3 Tiere   |

<sup>1</sup> Calcamyl-40MP®

## **5. MATERIAL UND METHODIK**

### **5.1. Untersuchte Tiere**

Die Untersuchungen wurden zwischen dem 1. Februar 2008 und dem 6. November 2009 an 10 gesunden und 30 an Gebärpause erkrankten Kühen der Schweizer Braunvieh-, Schweizer Fleckvieh- und Holstein-Friesian-Rasse durchgeführt. Alle Kühe stammten aus der Praxis der Ambulatorischen Klinik des Departements für Nutztiere der Universität Zürich. Die Tiere waren im Besitz verschiedener Landwirte. 27 Kühe kamen aus Ställen mit Anbindehaltung und 13 Tiere aus Boxenlaufställen. Da die Tiere von verschiedenen Betrieben stammten, war die Fütterung nicht einheitlich.

#### **5.1.1. Tiergruppen A und B: Gesunde Kühe post partum**

Die Kühe der Gruppen A und B waren frisch gekalbte Kühe ohne Gebärpause. Sie dienten zur Bestimmung des Elektrolytverlaufs nach per os aufgenommenem Kalziumlaktat. Die Kühe der Gruppe A erhielten dabei nur Wasser (Kontrolltiere), diejenigen der Gruppe B Kalziumlaktat.

##### **5.1.1.1. Tiergruppe A**

Die Gruppe A bestand aus fünf gesunden Kühen im Alter zwischen 3 und 9 Jahren, die zwei- bis siebenmal gekalbt hatten. Den Kühen wurde innerhalb einer Stunde post partum 20 Liter Wasser zur Tränke angeboten. Um das Trinken der Flüssigkeit positiv zu beeinflussen, durften die Kühe nur bis zur Geburt Wasser aus dem Tränkebecken aufnehmen. Bei Nichtaufnahme oder bei nur partieller Aufnahme der angebotenen Tränke innerhalb von 10 Minuten wurde die Flüssigkeit per Schlundsonde (Material Silikon, Länge 3 m, Durchmesser 1.9 cm, Provet AG, 3421 Lyssach) verabreicht. Danach wurden die Kühe während acht Stunden stündlich untersucht, und es wurde ihnen dabei jedes Mal eine Blutprobe entnommen. Die Kühe gehörten drei verschiedenen Landwirten.

##### **5.1.1.2. Tiergruppe B**

Die Gruppe B bestand aus fünf gesunden Kühen im Alter zwischen 6 und 10 Jahren, die vier- bis achtmal gekalbt hatten. Den Kühen wurde innerhalb einer Stunde post partum 20 Liter Wasser mit 80 g Kalziumlaktat (Propeller<sup>®</sup>, Provet AG, 3421 Lyssach)



zur Tränke angeboten. Um das Trinken der Flüssigkeit positiv zu beeinflussen, durften die Kühe nur bis zur Geburt Wasser aus dem Tränkebecken aufnehmen. Bei Nichtaufnahme oder bei nur partieller Aufnahme der Kalziumtränke innerhalb von 10 Minuten wurde die Flüssigkeit per Schlundsonde verabreicht. Danach wurden die Kühe während acht Stunden überwacht und stündlich untersucht. Dabei wurde ihnen jedes Mal eine Blutprobe entnommen. Die Kühe gehörten vier verschiedenen Landwirten.

### **5.1.2. Tiergruppen C und D: Kühe mit Gebärparese**

Die Gruppen C und D bestanden aus je 15 Kühen mit Gebärparese, die innerhalb von 24 Stunden nach der Geburt zum Festliegen gekommen und bis zur Therapie höchstens 12 Stunden festgelegt waren. Die Kühe wurden entweder mit Kalziumborogluconat intravenös (Gruppe C) oder mit Kalziumborogluconat intravenös, Natriumphosphat intravenös, Natriumphosphat per os und Kalziumlaktat per os (Gruppe D) behandelt. Die Zuordnung der Tiere zu den Gruppen C und D erfolgte alternierend. Die Kühe gehörten 22 verschiedenen Landwirten.

#### **5.1.2.1. Tiergruppe C**

Die Gruppe C bestand aus 15 Kühen mit Gebärparese infolge Hypokalzämie ( $\text{Ca} < 2.0 \text{ mmol/l}$ ) und Hypophosphatämie ( $\text{P} < 1.3 \text{ mmol/l}$ ), denen 500 ml einer Kalziumlösung (5.3.4.) intravenös im Sturz verabreicht wurden. Danach wurden die Tiere während acht Stunden betreut (5.3.6.). In dieser Zeit wurden mehrere Blutproben entnommen (5.4.). Die Kühe gehörten 14 verschiedenen Landwirten. Sieben Kühe gehörten der Schweizer Braunvieh-, fünf Kühe der Schweizer Fleckvieh- und drei Kühe der Holstein-Friesian-Rasse an. Das Alter der Kühe lag zwischen 6 und 10 Jahren ( $7.5 \pm 1.4$  Jahre). Die Kühe hatten 4- bis 8-mal gekalbt ( $5.7 \pm 1.2$  Geburten). Die Milchleistung hatte in der letzten Laktation zwischen 6'300 und 12'000 kg ( $8'423 \pm 1'577 \text{ kg}$ ) betragen. Der Geburt war eine Galtzeit von 5 bis 16 Wochen ( $7.9 \pm 2.6$  Wochen) vorangegangen. Acht Kühe waren schon nach einer früheren Geburt festgelegt. Die Geburt war bei elf Kühen normal verlaufen; bei vier Kühen musste leichte Zughilfe geleistet werden. Bei zwei Kühen kam es zu einer Retentio secundinarum, welche behandelt wurde. Bei zehn Tieren war entweder vor oder nach der Geburt eine prophylaktische Massnahme gegen Hypokalzämie, teilweise kombiniert mit ei-

ner Massnahme gegen Hypophosphatämie, durchgeführt worden. Fünf Tieren war ein Kalziumpräparat, drei Tieren waren sowohl ein Kalzium- als auch ein Phosphorpräparat und zwei Tieren Vitamin D<sub>3</sub> und ein Kalziumpräparat verabreicht worden. Von der Geburt bis zum Auftreten des Festliegens hatte es 0 bis 23 Stunden ( $11.7 \pm 7.3$  Stunden) gedauert, vom Auftreten des Festliegens bis zur Untersuchung und Therapie 1 bis 10 Stunden ( $3.1 \pm 2.2$  Stunden). Die Dauer bis zum Auftreten des Festliegens und die Zeit bis zur Behandlung unterschieden sich bei den Kühen der Gruppen C und D nicht signifikant. Bei den Kühen, die am Abend noch standen und am folgenden Morgen festlagen, wurde die zwischen dem letzten Kontrollgang am Abend und dem Betreten des Stalls am Morgen liegende Zeit halbiert.

#### **5.1.2.2. Tiergruppe D**

Die Gruppe D bestand aus 15 Kühen mit Gebärparese infolge Hypokalzämie ( $\text{Ca} < 2.0 \text{ mmol/l}$ ) und Hypophosphatämie ( $\text{P} < 1.3 \text{ mmol/l}$ ), denen 500 ml einer Kalziumlösung sowie 500 ml einer Lösung mit Natriumdihydrogenphosphat (5.3.5.) intravenös im Sturz verabreicht wurden; zudem wurde den Kühen 20 Liter Wasser mit 80 g Kalziumlaktat (Propeller®) und 350 g Natriumhydrogenphosphat (Streuli Pharma AG, 8730 Uznach) mit der Schlundsonde verabreicht. Danach wurden die Kühe während acht Stunden betreut (5.3.6.). In dieser Zeit wurden ihnen regelmässig Blutproben entnommen (5.4.). Zehn Kühe gehörten der Schweizer Fleckvieh-, drei Kühe der Schweizer Braunvieh- und zwei Kühe der Holstein-Friesian-Rasse an. Das Alter der Kühe lag zwischen 4 und 10 Jahren ( $7.3 \pm 1.7$  Jahre). Die Kühe hatten 3- bis 8-mal gekalbt ( $5.3 \pm 1.6$  Geburten). Die Milchleistung hatte in der letzten Laktation zwischen 5'400 und 11'514 kg betragen ( $7'664 \pm 1'612 \text{ kg}$ ). Der Geburt war eine Galtzeit von 6 bis 12 Wochen vorangegangen ( $8.5 \pm 1.7$  Wochen). Sechs Kühe waren schon nach einer früheren Geburt festgelegt. Die Geburt verlief bei elf Kühen normal; bei vier Kühen musste leichte Zughilfe geleistet werden. Bei einer Kuh kam es zu einer Nachgeburtshaltung. Bei acht Tieren war entweder vor oder nach der Geburt eine prophylaktische Massnahme gegen Hypokalzämie, teilweise kombiniert mit einer Massnahme gegen Hypophosphatämie, durchgeführt worden. Zwei Tieren war ein Kalziumpräparat, zwei Tieren waren sowohl ein Kalzium- als auch ein Phosphorpräparat, zwei Tieren Vitamin D<sub>3</sub>, einem Tier Vitamin D<sub>3</sub> und ein Kalzium-



präparat und einem Tier Vitamin D<sub>3</sub> und ein Phosphorpräparat verabreicht worden. Von der Geburt bis zum Auftreten des Festliegens hatte es 2 bis 24 Stunden ( $11.7 \pm 7.4$  Stunden) gedauert, vom Auftreten des Festliegens bis zur Untersuchung und Therapie 1 bis 8 Stunden ( $3.7 \pm 1.7$  Stunden). Bei Kühen, die am Abend noch standen und am folgenden Morgen festlagen, wurde die zwischen dem letzten Kontrollgang am Abend und dem Betreten des Stalls am Morgen liegende Zeit halbiert.

## **5.2. Klinische Untersuchung der Kühe mit Gebärparese**

### **5.2.1. Spezielle Anamnese**

Die Erhebung der speziellen Anamnese umfasste das Alter des Tieres, die Laktationsnummer, die Milchleistung der vorangegangenen Laktation, eine etwaige Erkrankung an Gebärparese zu einem früheren Zeitpunkt, die Dauer der Galtperiode, eine allfällige Gebärparese-Prophylaxe und den Geburtsverlauf. Ebenfalls wurden die Zeit von der Geburt bis zur Erkrankung sowie die Krankheitsdauer erfragt.

### **5.2.2. Klinische Untersuchung**

Alle Kühe wurden nach den von ROSENBERGER (1990) beschriebenen Methoden klinisch untersucht. Diese umfassten insbesondere die Beurteilung von Körperhaltung, Verhalten, Bewusstseinszustand und Sensibilität der Hintergliedmassen. Darüber hinaus wurden eine rektale und vaginale Untersuchung und eine Untersuchung des Euters inklusive eines Schalmtests durchgeführt.

## **5.3. Behandlung der Kühe**

### **5.3.1. Legen eines Venenverweilkatheters**

Allen Kühen wurde ein Verweilkatheter in die linke oder rechte Jugularvene gelegt, über welchen die Blutproben entnommen wurden bzw. die Infusionen erfolgten. Der Katheter bestand aus Teflon, war 14 cm lang und wies einen Durchmesser von 2 mm auf (Abbocath T; Abbott AG, Cham).

### **5.3.2. Tiergruppe A: Wasser peroral bei gesunden Kühen post partum**

Den gesunden, frisch gekalbten Kühen wurden innerhalb einer Stunde post partum 20 Liter Wasser zur Tränke angeboten. Um das Trinken der Flüssigkeit positiv zu beein-

flussen, durften die Kühe nur bis zur Geburt Wasser aus dem Tränkebecken aufnehmen. Bei Nichtaufnahme oder bei nur partieller Aufnahme des Wassers innerhalb von 10 Minuten wurde die Flüssigkeit per Schlundsonde verabreicht.

#### **5.3.3. Tiergruppe B: Kalziumlaktat peroral bei gesunden Kühen post partum**

Den gesunden, frisch gekalbten Kühen wurden innerhalb einer Stunde post partum 20 Liter Wasser mit 80 g Kalziumlaktat (Propeller®) zur Tränke angeboten. Um das Trinken der Flüssigkeit positiv zu beeinflussen, durften die Kühe nur bis zur Geburt Wasser aus dem Tränkebecken aufnehmen. Bei Nichtaufnahme oder bei nur partieller Aufnahme der Kalziumtränke innerhalb von 10 Minuten wurde die Flüssigkeit per Schlundsonde verabreicht.

#### **5.3.4. Tiergruppe C: Kalziumboroglukonat intravenös bei Kühen mit Gebärparese**

Die Kühe mit Gebärparese der Gruppe C wurden mit 500 ml einer 40%igen Kalziumboroglukonat-Lösung mit einem Zusatz von 6 % Magnesiumhypophosphit intravenös im Sturz behandelt (Calcamyl-40MP®, Gräub, Bern). Die Lösung enthielt pro 100 ml 3.13 g Kalzium, 0.55 g Magnesium und 1.42 g Phosphor. Die Infusion wurde über einen Zeitraum von ca. 10 Minuten unter ständiger Herzkontrolle verabreicht.

#### **5.3.5. Tiergruppe D: Kalziumboroglukonat und Natriumphosphat intravenös sowie Kalziumlaktat und Natriumphosphat per os bei Kühen mit Gebärparese**

Die Kühe mit Gebärparese der Gruppe D wurden wie unter 5.3.4. beschrieben mit 500 ml einer 40%igen Kalziumboroglukonat-Lösung mit einem Zusatz von 6 % Magnesiumhypophosphit (Calcamyl-40MP®) behandelt. Unmittelbar danach wurde ihnen 500 ml einer Natriumdihydrogenphosphatlösung (50 g Natriumdihydrogenphosphat, 10 g anorganischem Phosphor entsprechend, Natrii dihydrogenophosphas dihydricus  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ ; G. Streuli und Co. AG, Uznach) ebenfalls während 10 Minuten unter Herzkontrolle intravenös verabreicht (Einzelheiten zur Lösung siehe ZULLIGER, 2008). Zum Zeitpunkt 20 Minuten nach Behandlungsbeginn wurde den Kühen zudem 20 Liter Wasser mit 80 g Kalziumlaktat (Propeller®) zur Tränke angeboten. Bei Nichtaufnahme oder bei nur partieller Aufnahme der Kalziumtränke

innerhalb von 10 Minuten wurde die Flüssigkeit per Schlundsonde verabreicht. Anschließend wurde den Kühen 350 g Natriumhydrogenphosphat via Schlundsonde, die je nach Aufnahme der Kalziumtränke bereits eingeführt war oder noch eingeführt werden musste, verabreicht.

#### **5.3.6. Betreuung der Gebärparese-Kühe während und nach der Behandlung**

Vor der Behandlung wurden die Hinterbeine mit einem Vergrittungsgeschirr zusammengebunden. Es wurde darauf geachtet, dass die Kühe möglichst rutschfest und weich gebettet waren. Sofern die Kühe nach der Infusion nicht aufstanden, wurden sie auf die andere Seite gewendet. Danach wurden die Kühe während acht Stunden überwacht. In dieser Zeit wurden stündlich das Allgemeinbefinden, die Atemfrequenz, die Herzfrequenz, die Körpertemperatur, die periphere Wärme, die Pansenperistaltik, die Fresslust und der Kotabsatz beurteilt. Spontane Aufstehversuche und erfolgreiches Aufstehen sowie der Krankheitsverlauf wurden ebenfalls festgehalten.

#### **5.3.7. Nachbehandlung der Gebärparese-Kühe**

Wenn die Kühe nach Ablauf der achtstündigen Überwachungsperiode nicht aufstanden oder erneut festlagen, wurden sie auf die andere Seite gewendet und nochmals mit der 40%igen Kalziumborogluconat-Lösung behandelt, wobei 300 ml intravenös und 200 ml subkutan verabreicht wurden. Kühe, welche zu einem späteren Zeitpunkt nachbehandelt werden mussten, erhielten 500 ml der Kalziumlösung intravenös.

### **5.4. Entnahme der Blut- und Harnproben**

Für die hämatologische Untersuchung wurde EDTA-Blut (Vacuette®, K<sub>3</sub>EDTA, 6 ml, Greiner bio-one GmbH) und für die blutchemische Untersuchung Serum (Vacuette®, Serum Sep. Clot Activator, 5 ml, Greiner bio-one GmbH) verwendet.

Bei allen Kühen wurde unmittelbar vor der Behandlung eine Blutprobe (jeweils 2 Blutserum-Röhrchen) entnommen. Weitere Blutproben wurden zu den Zeitpunkten 10, 20, 40, 60 und 90 Minuten sowie 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 24, 48 und 72 Stunden nach Therapiebeginn entnommen. Die Blutproben wurden unmittelbar nach dem Abschluss der achtstündigen Überwachungsphase der Kuh zentrifugiert (10 Minuten bei 3000 Umdrehungen). Nach der Zentrifugation wurde sogleich das ionisierte Kalzium

aus dem Blutserum des ersten Röhrchens bestimmt; das Blutserum des zweiten zum gleichen Zeitpunkt entnommenen Blutröhrchens wurde ins Labor gebracht. Im Weiteren wurden unmittelbar vor der Behandlung und 4 Stunden später je eine Harnprobe entnommen.

### **5.5. Untersuchung der Blutproben**

Bei den hämatologischen Untersuchungen wurde die Methode der elektronischen Zellzählung angewendet. Die blutchemischen Parameter und Elektrolyte wurden enzymatisch bzw. photometrisch bestimmt. Die Untersuchungen erfolgten im Veterinärmedizinischen Labor der Universität Zürich nach den zurzeit gültigen Richtlinien.

Bei allen Kühen erfolgte eine einmalige, in der ersten Blutprobe durchgeführte Bestimmung von Hämatokrit, Erythrozytenzahl, Leukozytenzahl, Plasmaprotein, Fibrinogen, Bilirubin, Harnstoff, Kreatinin, Glutamat-Dehydrogenase (GLDH), Aspartat-Amino-Transferase (ASAT),  $\gamma$ -Glutamyl-Transferase ( $\gamma$ -GT), Creatin-Kinase (CK), Sorbit-Dehydrogenase (SDH), Natrium, Kalium, Chlorid, anorganischem Phosphat, Magnesium, Gesamtkalzium und ionisiertem Kalzium. Zusätzlich wurde ein Glutaltest durchgeführt (Gräub AG, Bern).

Bei einer Leukozytenzahl unter 5'000 oder über 10'000 Leukozyten pro  $\mu$ l Blut wurde zusätzlich ein Differentialblutbild angefertigt und beurteilt. Das ionisierte Kalzium wurde in einem auf ionenselektiven Durchflusselektroden beruhenden Gerät (Nova CRT 8, Nova Biomedical GmbH, Rödermark, Deutschland) gemessen.

In den Verlaufsproben wurden Gesamtkalzium, ionisiertes Kalzium, anorganisches Phosphat, Magnesium und Creatin-Kinase bestimmt.

### **5.6. Untersuchung der Harnproben**

Die Harnproben wurden mittels Neunfach-Teststreifen zur semiquantitativen Bestimmung von Leukozyten, Nitrit, pH-Wert, Protein, Glukose, Ketonkörpern, Urobilinogen, Bilirubin und Blut im Urin mittels visueller Ablesung (Combur-Test®, Roche, Deutschland) untersucht. Zudem wurden, nach Zentrifugation der Harnproben (10 Minuten bei 3000 Umdrehungen), die Kreatinin-, Kalzium-, anorganischen Phosphat- und Magnesiumkonzentrationen mittels photometrischer Methoden gemessen. Weil die Elektrolytkonzentrationen im Harn stark vom Harnvolumen abhängig sind

(HARTMANN und BANDT, 2000), wurde von den Elektrolyten jeweils die fraktionale Exkretion (FE) berechnet. Die Werte der fraktionellen Exkretion entsprechen dem mit dem Harn endgültig ausgeschiedenen relativen Anteil einer ultrafiltrierten Substanz (HARTMANN et al., 2001). Durch Verwendung des Serum-Harn-Quotienten für Kreatinin wird die FE nicht vom wechselnden Harnvolumen beeinflusst.

### **5.7. Statistik**

Die Aufarbeitung der Daten und die statistische Auswertung erfolgten mit Hilfe des Programms Stata (StataCorp., 2009; Stata Statistical Software: Release 11.0; College Station, Texas, USA). Die Ergebnisse wurden als Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung angegeben, im Falle der CK-Aktivität als Medianwert. Kontinuierliche Daten wurden mittels Wilk-Shapiro-Test auf genügende Normalverteilung überprüft. Die kontinuierlichen Daten wurden mittels zweiseitigem gepaartem oder ungepaartem t-Test, die kategorischen Daten mittels  $\chi^2$ -Test,  $n > 5$ , und mittels Fisher's exact Test,  $n < 5$ , verglichen. In nicht gesättigten Zeitverläufen wurde ein „general linear model, GLM“ verwendet. Das zugrunde liegende Stata Modell lautete <xtmixed Variable Time Tierart || Time: R. Tierart, covariance (identity)>. P-Werte von  $< 0.05$  wurden als signifikante Unterschiede betrachtet, P-Werte zwischen 0.05 und 0.2 wurden als Tendenz klassifiziert.

### **5.8. Zusammenarbeit mit anderen Instituten und Abteilungen der Universität Zürich**

Am Zustandekommen der vorliegenden Arbeit waren ausser der Klinik für Wiederkäuer die folgenden Institutionen des Departements für Nutztiere beteiligt:

- Veterinärmedizinisches Labor (Prof. Dr. H. Lutz): Hämatologische, blutchemische und Harn-Untersuchungen.
- Abteilung für Bestandesmedizin und Ambulanz (Prof. Dr. M. Hässig): Anleitung bei der statistischen Auswertung.

### **5.9. Tierversuchsbewilligung**

Für die Versuche lag eine Tierversuchsbewilligung des Kantonalen Veterinäramts Zürich vor. Die Bewilligung Nr. 3790 war vom 24. April 2008 bis zum 24. April 2010 gültig.

## **6. ERGEBNISSE**

### **6.1. Tiergruppen A und B: Gesunde Kühe post partum**

#### **6.1.1. Initiale Elektrolytbefunde im Blutserum**

Die Konzentration des Gesamtkalziums variierte zwischen 1.65 und 2.09 mmol/l Blutserum ( $1.90 \pm 0.16$  mmol/l) und diejenige des ionisierten Kalziums zwischen 0.91 und 1.09 mmol/l Blutserum ( $1.02 \pm 0.07$  mmol/l). Die anorganische Phosphatkonzentration schwankte zwischen 0.35 und 1.82 mmol/l Blutserum ( $0.93 \pm 0.45$  mmol/l) und die Magnesiumkonzentration zwischen 0.88 und 1.49 mmol/l Blutserum ( $1.23 \pm 0.20$  mmol/l).

#### **6.1.2. Initiale Creatin-Kinase (CK)-Aktivität**

Die initiale Creatin-Kinase-Aktivität lag zwischen 56 und 2414 U/l Blutserum (Medianwert = 87 U/l).

#### **6.1.3. Verlauf der Elektrolytkonzentrationen nach Behandlung**

##### **6.1.3.1. Kalzium**

Bei den Kühen der Gruppe A kam es nach der Aufnahme von 20 Litern Wasser zu keiner Beeinflussung der Kalziumkonzentration. Diese variierte während der gesamten Untersuchungsperiode zwischen 1.64 und 2.14 mmol/l (Abb. 1). Ähnliches gilt für die Gruppe B, bei welcher nach Aufnahme von Kalziumlaktat ebenfalls keine signifikante Änderung des Kalziumverlaufs im Blut festgestellt wurde. Die Kalziumkonzentration dieser Gruppe schwankte während der gesamten Untersuchungsperiode zwischen 1.55 und 2.17 mmol/l. Die Kalziumverlaufskurven der Gruppen A und B verliefen sehr ähnlich und unterschieden sich zu keinem Zeitpunkt signifikant.

##### **6.1.3.2. Ionisiertes Kalzium**

Bei den Kühen der Gruppe A kam es nach Aufnahme von 20 Litern Wasser zu keiner Beeinflussung der Konzentration des ionisierten Kalziums. Diese variierte während der gesamten Untersuchungsperiode zwischen 0.92 und 1.14 mmol/l (Abb. 2). Ähnliches gilt für die Gruppe B, bei welcher nach Aufnahme von Kalziumlaktat ebenfalls keine signifikante Änderung des Verlaufs des ionisierten Kalziums im Blut festgestellt wurde. Die Konzentration des ionisierten Kalziums dieser Gruppe schwankte

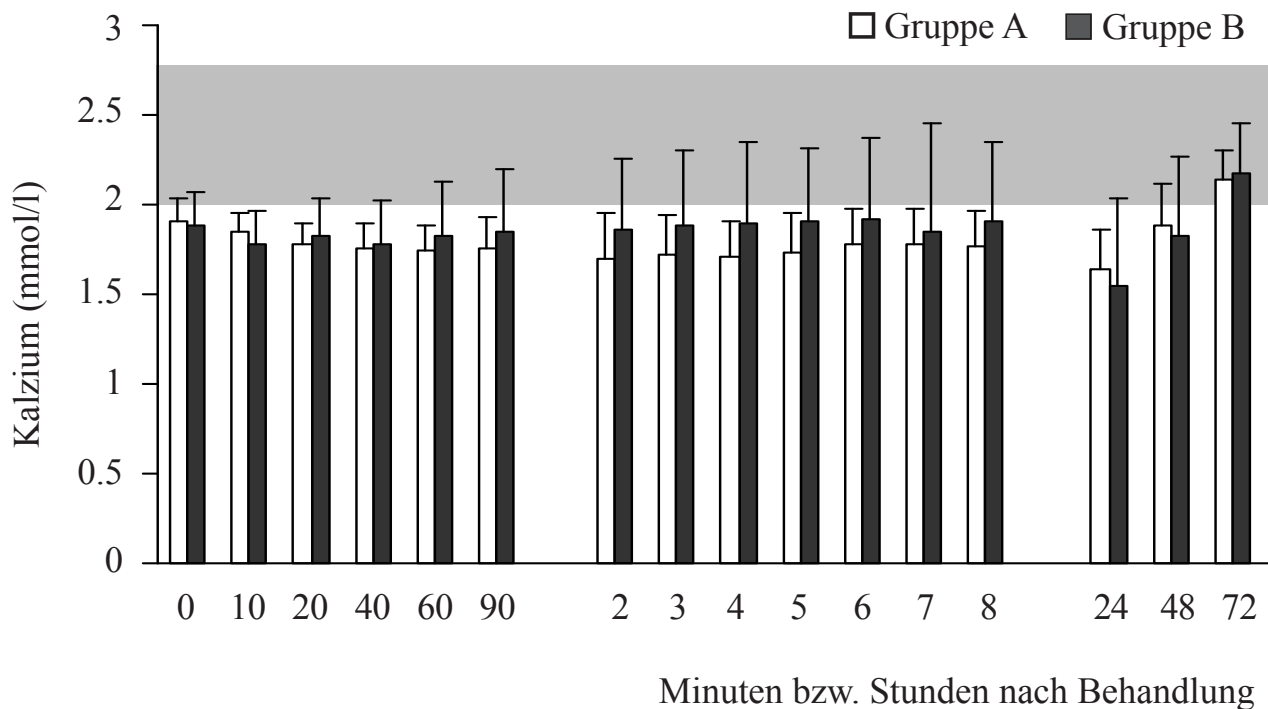


Abb. 1: Verlauf der Kalziumkonzentrationen nach Aufnahme von Wasser (Gruppe A) bzw. Kalziumlaktat (Gruppe B). Mittelwerte + Standardabweichungen. Der graue Balken markiert den Normalbereich für Kalzium zwischen 2.0 und 2.8 mmol/l.

zwischen 0.86 und 1.15 mmol/l (Abb. 2). Die Verlaufskurven des ionisierten Kalziums der Gruppen A und B verliefen sehr ähnlich und unterschieden sich zu keinem Zeitpunkt signifikant.

### 6.1.3.3. Anorganisches Phosphat

Bei den Kühen der Gruppe A kam es direkt nach der Aufnahme von Wasser zu keiner signifikanten Veränderung der Phosphatkonzentration im Blutserum. Während der Untersuchungsperiode veränderte sich der Verlauf der Phosphatkonzentration signifikant ( $P < 0.01$ ), und die Phosphatkonzentration stieg von durchschnittlich 1.06 auf 1.74 mmol/l an (Abb. 3).



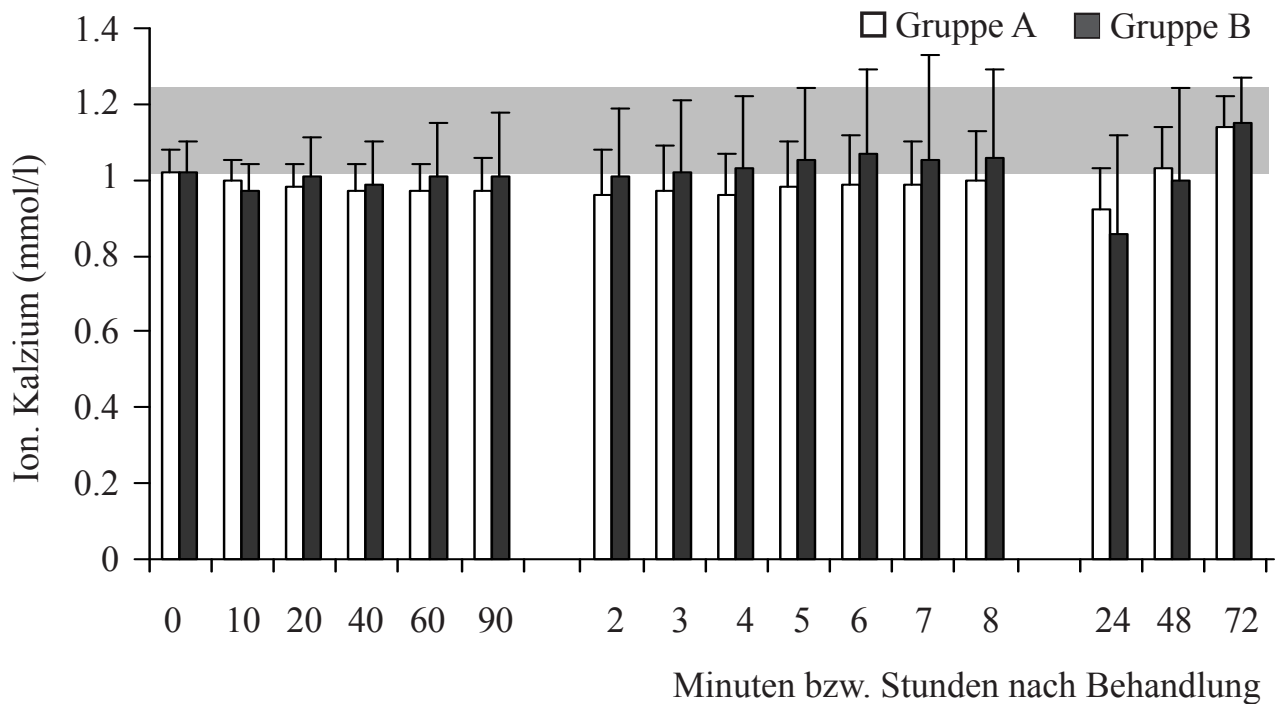


Abb. 2: Verlauf der Konzentration des ionisierten Kalziums nach Aufnahme von Wasser (Gruppe A) bzw. Kalziumlaktat (Gruppe B). Mittelwerte + Standardabweichungen. Der graue Balken markiert den Normalbereich für ionisiertes Kalzium zwischen 1.06 und 1.26 mmol/l.

Bei den Kühen der Gruppe B kam es direkt nach der Aufnahme von Kalziumlaktat zu keiner signifikanten Veränderung der Phosphatkonzentration im Blutserum. Während der Untersuchungsperiode veränderte sich der Verlauf der anorganischen Phosphatkonzentration nicht signifikant, und die Phosphatkonzentration stieg von durchschnittlich 0.81 mmol/l auf 1.45 mmol/l an (Abb. 3).

Der Verlauf der Phosphatkurven der zwei Behandlungsgruppen war signifikant unterschiedlich ( $P < 0.01$ ). Die Phosphatkonzentration der Gruppe A war zu den Zeitpunkten 6, 7, 8 und 24 Stunden signifikant höher als diejenige der Gruppe B ( $P < 0.05$ ).



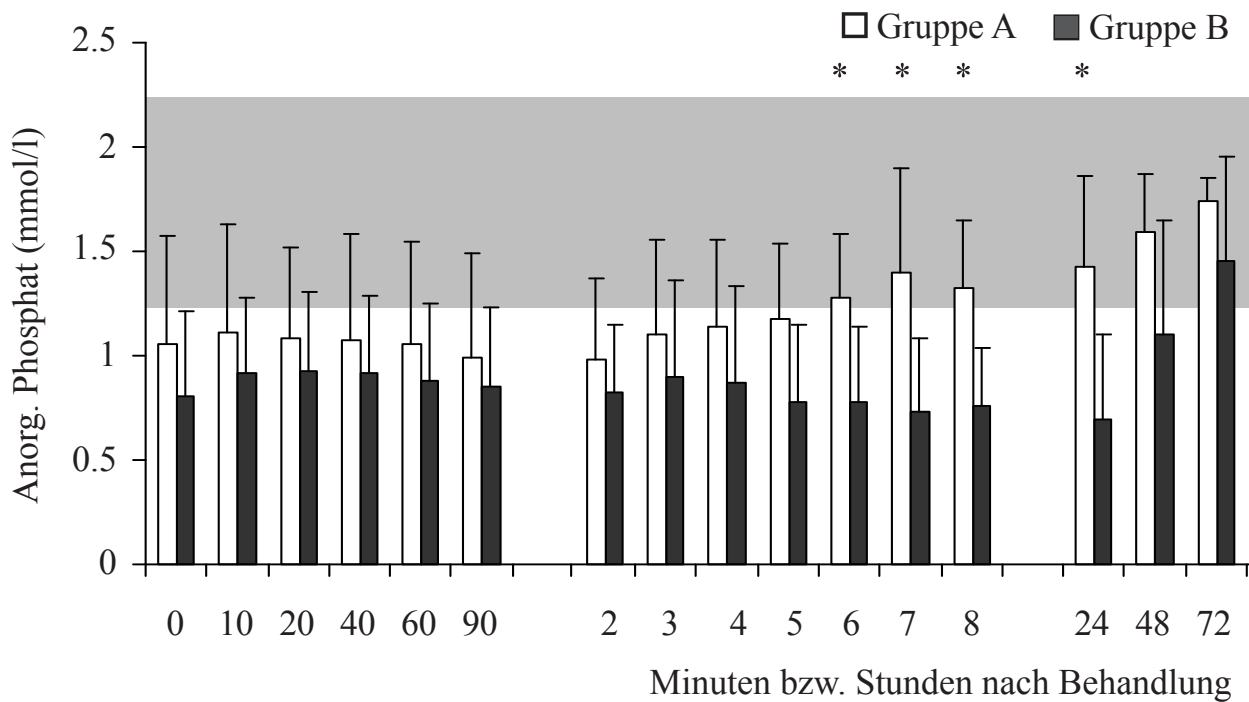


Abb. 3: Verlauf der anorganischen Phosphatkonzentrationen nach Aufnahme von Wasser (Gruppe A) bzw. Kalziumlaktat (Gruppe B). Mittelwerte + Standardabweichungen, \* =  $P < 0.05$ . Der graue Balken markiert den Normalbereich für Phosphat zwischen 1.3 und 2.3 mmol/l.

#### 6.1.3.4. Magnesium

Bei den Kühen beider Gruppen kam es nach Aufnahme von Wasser bzw. Kalziumlaktat zu keiner signifikanten Veränderung der Magnesiumkonzentrationen im Blut und die Magnesiumverlaufskurven der beiden Gruppen unterschieden sich statistisch nicht (Abb. 4).

#### 6.1.4. Ausscheidung von Kalzium, anorganischem Phosphat und Magnesium mit dem Harn sowie Harn-pH-Wert

Die fraktionellen Exkretionsraten der Elektrolyte Kalzium, anorganisches Phosphat und Magnesium unterschieden sich zwischen den zwei Gruppen A und B weder zum Zeitpunkt 0 noch zum Zeitpunkt 4 Stunden nach Versuchsbeginn signifikant.

#### Fraktionelle Exkretion von Kalzium

Die fraktionelle Exkretionsrate von Kalzium ( $FE_{Ca}$ ) der zwei Gruppen lag bei Versuchsbeginn zwischen 0.01 und 0.47%. Der Durchschnitt betrug  $0.18 \pm 0.14\%$  (Me-

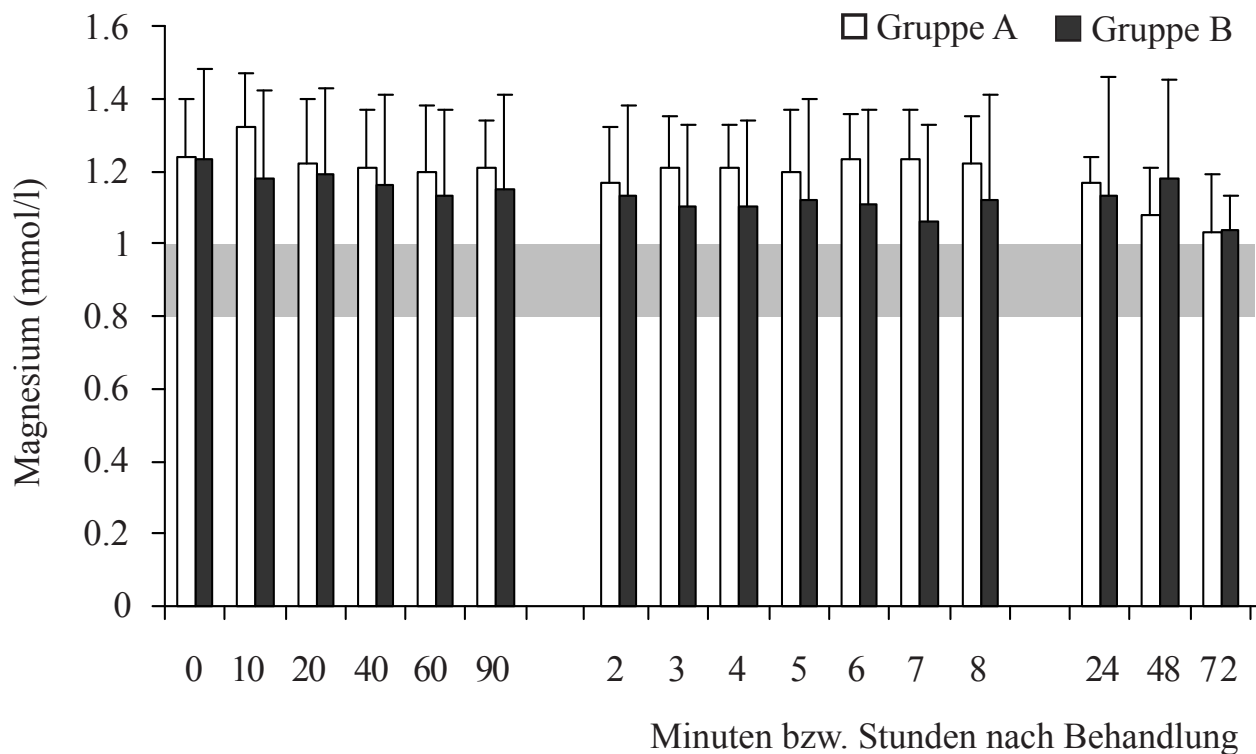


Abb. 4: Verlauf der Magnesiumkonzentration nach Aufnahme von Wasser (Gruppe A) bzw. Kalziumlaktat (Gruppe B). Mittelwerte + Standardabweichungen. Der graue Balken markiert den Normalbereich für Magnesium zwischen 0.8 und 1.0 mmol/l.

dianwert = 0.17 %). Nach vier Stunden lag die  $FE_{Ca}$  zwischen 0.03 und 0.49 %. Der Durchschnitt betrug  $0.19 \pm 0.14$  % (Medianwert = 0.14 %). Der Unterschied der fraktionellen Exkretionsrate von Kalzium war weder zwischen den Gruppen noch über die vier Stunden signifikant.

### Fraktionelle Exkretion von anorganischem Phosphat

Die fraktionelle Exkretionsrate von anorganischem Phosphat ( $FE_p$ ) der zwei Gruppen lag bei Versuchsbeginn zwischen 0.02 und 0.21 %. Der Durchschnitt betrug  $0.13 \pm 0.06$  % (Medianwert = 0.12 %). Nach vier Stunden lag die  $FE_p$  zwischen 0.003 und 0.67 %. Der Durchschnitt betrug  $0.15 \pm 0.20$  % (Medianwert = 0.10 %). Der Unterschied der fraktionellen Exkretionsrate von anorganischem Phosphat war weder zwischen den Gruppen noch über die vier Stunden signifikant.

### Fraktionelle Exkretion von Magnesium

Die fraktionelle Exkretionsrate von Magnesium ( $FE_{Mg}$ ) der zwei Gruppen lag vor

Therapiebeginn zwischen 0.34 und 13.21 %. Der Durchschnitt betrug  $4.63 \pm 3.75$  % (Medianwert = 4.09 %). Nach vier Stunden lag die  $FE_{Mg}$  zwischen 0.77 und 8.83 %. Der Durchschnitt betrug  $3.94 \pm 2.89$  % (Medianwert = 2.84 %). Der Unterschied der fraktionellen Exkretionsrate von Magnesium war weder zwischen den Gruppen noch über die vier Stunden signifikant.

### **Harn-pH-Wert**

Der Harn-pH-Wert wurde durch die Behandlung nicht signifikant beeinflusst. Der durchschnittliche Ausgangswert betrug  $8.24 \pm 0.42$ . Vier Stunden nach der Behandlung war der Harn-pH-Wert auf  $7.75 \pm 1.04$  abgesunken (Differenz zu Ausgangswert  $P > 0.05$ ). In der Gruppe A lag der Ausgangswert bei  $8.28 \pm 0.44$  und der 4-Stunden-Wert bei  $7.50 \pm 1.29$ , in der Gruppe B bei  $8.20 \pm 0.45$  bzw. bei  $8.00 \pm 0.82$ .

### **6.1.5. Klinischer Verlauf**

Während der achtstündigen Überwachungsphase blieb das Allgemeinbefinden aller zehn Kühe stets ungestört.

## **6.2. Tiergruppen C und D: Kühe mit Gebärparese**

### **6.2.1. Klinische Befunde**

Die Ergebnisse der klinischen Untersuchung der Gruppen C und D unterschieden sich nicht signifikant (Chi<sup>2</sup>-Test,  $P > 0.05$ ). Sie werden deshalb zusammengefasst. Bei acht Kühen war das Sensorium ungetrückt, 16 Kühe waren apathisch, vier Kühe waren somnolent und zwei Kühe waren komatös. Letztere und vier somnolente Kühe befanden sich in Seitenlage, die übrigen 24 Kühe lagen in Brustlage fest. Die rektale Temperatur lag zwischen 35.6 und 39.8 °C ( $38.1 \pm 0.86$  °C) (Abb. 5). Bei acht Tieren lag die Temperatur im Normalbereich zwischen 38.4 und 39.0 °C, bei 18 Kühen war sie erniedrigt und bei vier Kühen erhöht. Bei den Tieren mit getrübttem Sensorium war die Temperatur tendenziell ( $P = 0.06$ ) niedriger ( $37.9 \pm 0.85$  °C) als bei den Kühen mit ungetrübttem Sensorium ( $38.6 \pm 0.73$  °C).

Die Körperoberfläche wies bei drei Tieren eine normale Temperatur auf, während sie bei 27 Kühen erniedrigt war. Das Haarkleid war bei zwei Kühen feucht und bei 28 Kühen trocken. Die Fresslust war bei einer Kuh reduziert und bei 29 Kühen aufgehoben.

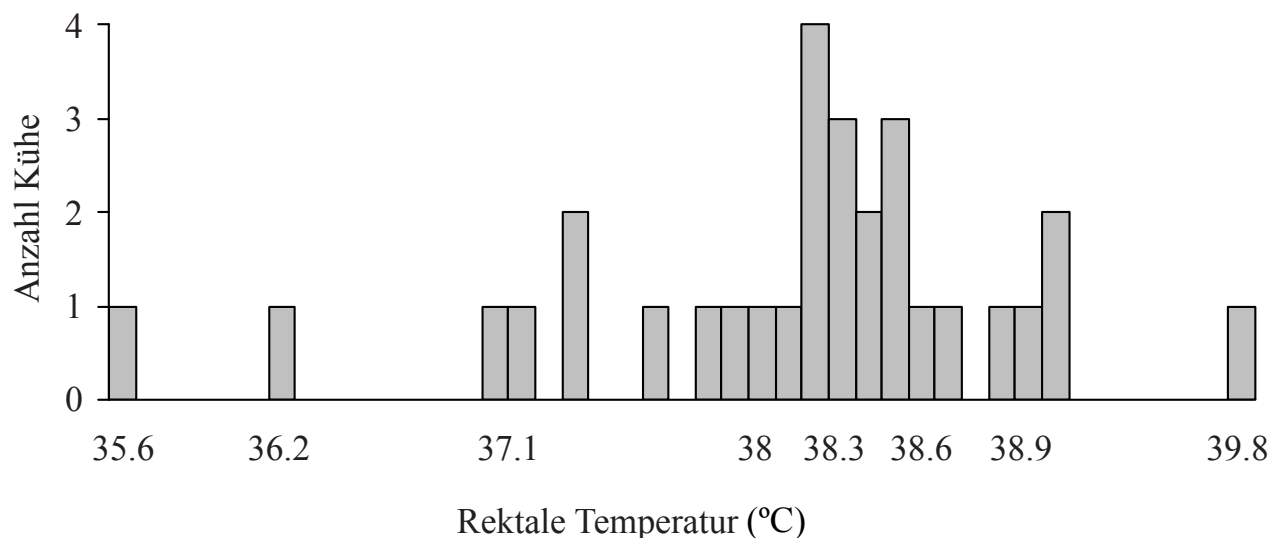


Abb. 5: Rektale Temperatur bei 30 Kühen mit Gebärgparese (Häufigkeitsverteilung)

ben. Die durchschnittliche Herzfrequenz betrug 80 Schläge und die durchschnittliche Atemfrequenz 32 Atemzüge pro Minute. Die Pansenmotorik war bei drei Kühen vermindert und bei 27 Kühen aufgehoben. Die Darmmotorik war bei 29 Kühen reduziert und bei einer Kuh normal. Der Kot war bei acht Kühen normal (breiig), bei 19 Kühen trocken und bei drei Kühen dünnbreiig. Die Skleralgefäße waren bei 9 Kühen injiziert. Bei allen Kühen war der Uterus tonisiert. Drei Kühe wiesen eine Retentio secundinaria auf. Verletzungen der Geburtswege waren bei zwei Kühen vorhanden. Eine Kuh wies im Bereich der Urethra-Mündung eine Schwellung auf und setzte während des ersten Tages post partum blutigen Urin bei sonst ungestörtem Allgemeinbefinden ab. Bei einer weiteren Kuh war im Perineum ein oberflächlicher, ca. 2 cm langer Riss zu sehen. Bei 16 Kühen waren die Palpation des Euters, die grobsinnliche Milchbeschaffenheit und der Schalmtest unauffällig. 13 Kühe wiesen an einem oder an mehreren Eutervierteln einen positiven Schalmtest und zwei davon an einem Viertel auch grobsinnlich veränderte Milch auf. Eine Kuh war nur an drei Zitzen melkbar. Die Abb. 6 gibt eine Übersicht über die Häufigkeit der wichtigsten Symptome.

### 6.2.2. Initiale Elektrolytkonzentrationen im Blutserum

Die initialen Elektrolytkonzentrationen (Kalzium, ionisiertes Kalzium, anorganisches Phosphat und Magnesium) der Kühe der Gruppen C und D unterschieden sich nicht signifikant ( $P > 0.05$ ).

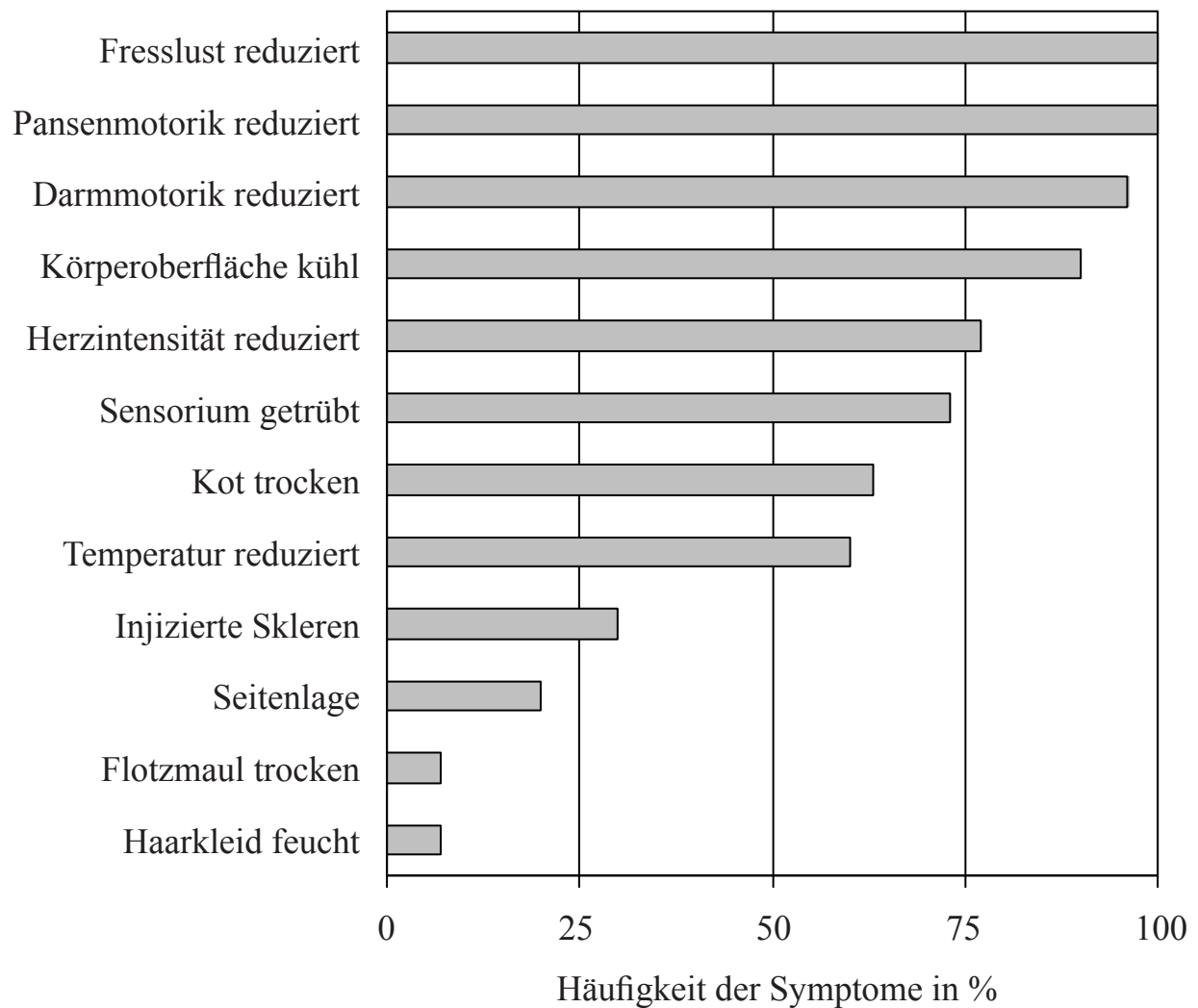


Abb. 6: Klinische Befunde bei 30 Kühen mit Gebärparese

### Kalzium

Bei allen Kühen bestand eine Hypokalzämie. Die Gesamtkalziumkonzentration der Kühe mit Gebärparese lag zwischen 0.57 und 1.99 mmol/l Blutserum ( $1.13 \pm 0.43$  mmol/l).

### Ionisiertes Kalzium

Die ionisierte Kalziumkonzentration der Kühe mit Gebärparese lag zwischen 0.31 und 1.14 mmol/l Blutserum ( $0.65 \pm 0.25$  mmol/l). Basierend auf der Einteilung von KVART et al. (1982) wiesen 36.7 % der Kühe eine hochgradige, 33.3 % eine mittelgradige und 30 % eine leichtgradige Hypokalzämie auf (Tab. 2).

Tab. 2: Grad der Hypokalzämie bei 30 Kühen mit Gebärparese, basierend auf der Konzentration des ionisierten Kalziums und der Einteilung von KVART et al. (1982)

| Parameter                 | Grad der Hypokalzämie |              |              |
|---------------------------|-----------------------|--------------|--------------|
|                           | Hochgradig            | Mittelgradig | Leichtgradig |
| Ca <sup>++</sup> (mmol/l) | < 0.50                | 0.50 – 0.79  | 0.80 – 1.05  |
| n                         | 11                    | 10           | 9            |
| %                         | 36.7                  | 33.3         | 30           |

Zwischen dem ionisierten Kalzium und dem Gesamtkalzium bestand eine signifikante Korrelation ( $r = 0.98$ ,  $y = 0.02 + 0.56 x$ ;  $P < 0.01$ ). Das Gesamtkalzium lag zu 57.71 % in ionisierter Form vor.

### **Anorganisches Phosphat**

Alle Kühe wiesen mit anorganischen Phosphatwerten zwischen 0.08 und 1.29 mmol/l Blutserum ( $0.57 \pm 0.34$  mmol/l) eine Hypophosphatämie auf. Zwischen der initialen Konzentration des Gesamtkalziums und derjenigen des anorganischen Phosphats bestand eine signifikante Korrelation ( $r = 0.59$ ,  $P < 0.01$ ).

### **Magnesium**

Die Magnesiumkonzentration der Kühe mit Gebärparese lag zwischen 0.81 und 1.84 mmol/l ( $1.31 \pm 0.25$  mmol/l).

### **CK-Aktivität**

Die CK-Aktivität der Kühe mit Gebärparese lag zwischen 99 und 9726 U/l (Medianwert = 477 U/l).

### **Gebärparesetyp**

Basierend auf der Einteilung von BOSTEDT (1979) wiesen alle 30 Kühe eine Gebärparese des Typs 1 auf (Kalzium und anorganisches Phosphat erniedrigt, Gesamtkalzium < 2.0 mmol/l, anorganisches Phosphat < 1.3 mmol/l).

## **Elektrolyte und klinische Parameter**

### **Kalzium**

Bei Kühen mit getrübttem Sensorium ( $n = 22$ ) waren die Kalziumkonzentrationen signifikant tiefer ( $0.99 \pm 0.37$  mmol/l;  $P < 0.01$ ) als bei Kühen mit ungetrübttem Sensorium ( $n = 8$ ;  $1.52 \pm 0.36$  mmol/l). Festliegende Kühe in Seitenlage mit einem hochgradig reduzierten Allgemeinbefinden ( $n = 6$ ) zeigten ebenfalls einen signifikant niedrigeren Kalziumspiegel ( $0.69 \pm 0.07$  mmol/l;  $P < 0.01$ ) als Kühe mit nur leicht gestörtem oder ungestörtem Allgemeinbefinden ( $n = 24$ ;  $1.25 \pm 0.41$  mmol/l). Die Kalziumkonzentration bei Kühen mit einer Rektaltemperatur unter  $38.4^\circ\text{C}$  ( $n = 18$ ) war signifikant tiefer ( $0.93 \pm 0.35$  mmol/l;  $P < 0.01$ ) als diejenige von Kühen ( $n = 12$ ;  $1.44 \pm 0.37$  mmol/l) mit einer Temperatur von  $38.4^\circ\text{C}$  oder mehr.

Festliegende Kühe, denen zur Prophylaxe gegen Gebärpause Vitamin  $\text{D}_3$  injiziert worden war ( $n = 6$ ;  $1.44 \pm 0.48$  mmol/l), wiesen im Vergleich zu Kühen ohne Vitamin- $\text{D}_3$ -Prophylaxe ( $n = 24$ ;  $1.06 \pm 0.40$  mmol/l) einen tendenziell höheren, aber nicht signifikant unterschiedlichen Kalziumspiegel ( $P = 0.06$ ) auf. Ebenfalls keine signifikanten Unterschiede der Kalziumkonzentration konnten bezüglich der Prophylaxe der Gebärpause mit peroral verabreichten Kalzium-Präparaten beobachtet werden. Im Weiteren unterschieden sich die Kalziumkonzentrationen auch nicht signifikant in Bezug auf periphere Wärme (normal/kühl), Abgang der Nachgeburt, Haarkleid (trocken/feucht), Flotzmaul (trocken/feucht) und Hautturgor (reduziert/normal).

### **Anorganisches Phosphat**

Festliegende Kühe, denen zur Prophylaxe gegen Gebärpause Vitamin  $\text{D}_3$  injiziert worden war ( $n = 6$ ;  $0.83 \pm 0.38$  mmol/l), wiesen im Vergleich zu Kühen ohne Vitamin- $\text{D}_3$ -Prophylaxe ( $n = 24$ ;  $0.51 \pm 0.30$  mmol/l) einen signifikant höheren Phosphatspiegel ( $P < 0.05$ ) auf. Für die anorganische Phosphatkonzentration konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Kühen mit einer rektalen Temperatur unter  $38.4^\circ\text{C}$  und denen mit einer solchen von  $38.4^\circ\text{C}$  oder mehr festgestellt werden. Auch die weiteren, oben aufgeführten klinischen Befunde wiesen keine Beziehung zur Höhe der Phosphatkonzentration auf.

### 6.2.3. Weitere Blutparameter

Zwischen den Kühen der Gruppen C und D waren bezüglich der weiteren Blutparameter keine signifikanten Unterschiede festzustellen (Tab. 3).

Tab. 3: Blutparameter bei 30 Kühen mit Gebärpause (Gruppen C und D). Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichungen sowie Schwankungsbreiten

| Parameter                                | Gruppe C<br>(n = 15)             | Gruppe D<br>(n = 15)             |
|--|----------------------------------|----------------------------------|
| Hämatokrit (%)                           | 36.47 $\pm$ 4.82<br>(25 - 46)    | 37.87 $\pm$ 4.60<br>(31 - 47)    |
| Leukozyten ( $\times 10^3/\mu\text{l}$ ) | 10.47 $\pm$ 3.39<br>(4.6 - 17.5) | 11.51 $\pm$ 4.09<br>(5.1 - 21.7) |
| Bilirubin gesamt ( $\mu\text{mol/l}$ )   | 6.32 $\pm$ 3.56<br>(1.3 - 15.3)  | 7.43 $\pm$ 5.91<br>(2.7 - 27.4)  |
| CK (U/l)                                 | Median: 470<br>(99 - 1374)       | Median: 525<br>(161 - 9726)      |
| ASAT (U/l)                               | 95.2 $\pm$ 25.55<br>(62 - 140)   | 108.53 $\pm$ 53.17<br>(58 - 265) |
| $\gamma$ -GT (U/l)                       | 18.87 $\pm$ 4.10<br>(13 - 26)    | 20.13 $\pm$ 5.71<br>(12 - 34)    |
| GLDH (U/l)                               | 6.89 $\pm$ 2.72<br>(3.5 - 13.7)  | 7.18 $\pm$ 4.55<br>(3.2 - 18.1)  |
| SDH (U/l)                                | 10.59 $\pm$ 5.42<br>(2.6 - 21.4) | 14.40 $\pm$ 8.99<br>(6.1 - 36.4) |
| Natrium (mmol/l)                         | 150.67 $\pm$ 1.54<br>(148 - 154) | 148.20 $\pm$ 5.47<br>(136 - 153) |
| Kalium (mmol/l)                          | 4.20 $\pm$ 0.78<br>(2.9 - 5.3)   | 3.89 $\pm$ 0.66<br>(3.0 - 5.2)   |
| Chlorid (mmol/l)                         | 108.93 $\pm$ 3.03<br>(104 - 115) | 106.00 $\pm$ 6.07<br>(92 - 114)  |

### 6.2.4. Verlauf der Elektrolytkonzentrationen nach Therapie

#### 6.2.4.1. Kalzium

Der Verlauf der Kalziumkonzentrationen ist für die Gruppen C und D in der Abb. 7 und in der Tab. 4 dargestellt.

#### Verlauf der Kalziumwerte nach Kalziuminfusion im Sturz (Gruppe C)

Innerhalb von zehn Minuten nach Infusionsbeginn kam es zu einem schnellen und



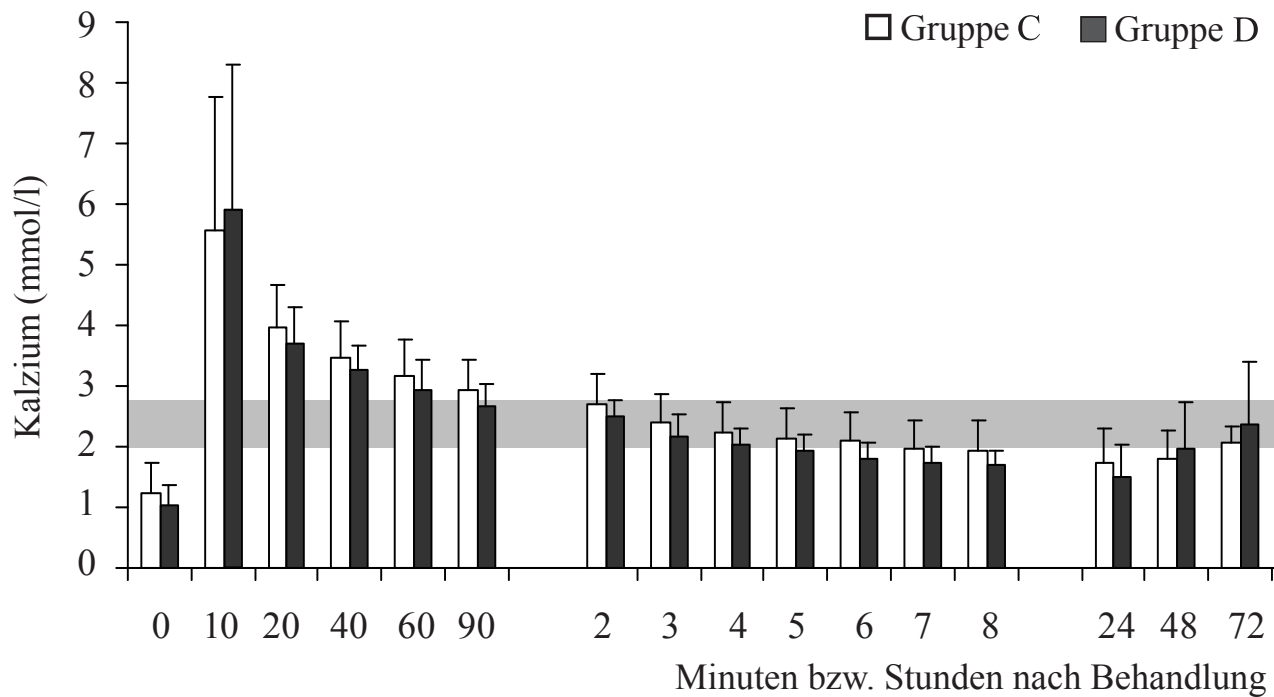


Abb. 7: Verlauf der Gesamtkalziumkonzentrationen bei den Gruppen C (Kalziuminfusion im Sturz) und D (Kalziumborogluconat und Natriumphosphat intravenös sowie Kalziumlaktat und Natriumphosphat per os). Mittelwerte + Standardabweichungen. Der graue Balken markiert den Normalbereich für Kalzium zwischen 2.0 und 2.8 mmol/l.

signifikanten Anstieg der Kalziumkonzentration von 1.23 auf 5.58 mmol/l ( $P < 0.01$ ). Der höchste Einzelwert betrug 12.38 mmol/l. Danach sanken die Kalziumwerte langsam und stetig ab. Die Hyperkalzämie hielt bis 90 Minuten nach der Behandlung an, darauf folgte bis zum Zeitpunkt sechs Stunden eine Normokalzämie, und ab sieben Stunden waren die Kalziumkonzentrationen wieder leicht erniedrigt. Nach 24 und 48 Stunden lag die durchschnittliche Kalziumkonzentration im hypokalzämischen Bereich von 1.75 mmol/l bzw. 1.81 mmol/l, und nach 72 Stunden waren die Werte mit 2.07 mmol/l wieder normal.

Die Verlaufskurven der einzelnen Kühe sind im Anhang dargestellt. Sieben Kühe (Nr. 3, 6, 8, 15, 27, 33, 36) wiesen nach acht Stunden erneut eine Hypokalzämie auf (Tab. 5). Nach 24 Stunden wiesen sechs Kühe (Nr. 19, 21, 22, 24, 33, 34) und nach 48 Stunden sieben Kühe (Nr. 6, 8, 19, 21, 24, 28, 34) eine Normokalzämie auf. Nach 72 Stunden war der Serumkalziumspiegel bei neun Kühen wieder normal und sechs

Tab. 4: Verlauf der Gesamtkalziumkonzentrationen bei den Gruppen C (Kalzium intravenös) und D (Kalziumborogluconat und Natriumphosphat intravenös sowie Kalziumlaktat und Natriumphosphat per os). Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichungen sowie Schwankungsbreiten

| Zeit       | Gesamtkalzium (mmol/l)            |                                   |
|------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|            | Gruppe C                          | Gruppe D                          |
| 0 Minuten  | 1.23 $\pm$ 0.51<br>(0.67 – 2.00)  | 1.04 $\pm$ 0.34<br>(0.57 – 1.57)  |
| 10 Minuten | 5.58 $\pm$ 2.19<br>(2.46 – 12.38) | 5.91 $\pm$ 2.53<br>(3.83 – 14.00) |
| 20 Minuten | 3.97 $\pm$ 0.70<br>(2.20 – 4.79)  | 3.69 $\pm$ 0.62<br>(2.26 – 4.65)  |
| 40 Minuten | 3.48 $\pm$ 0.60<br>(2.14 – 4.33)  | 3.27 $\pm$ 0.39<br>(2.54 – 3.76)  |
| 60 Minuten | 3.18 $\pm$ 0.58<br>(1.96 – 4.15)  | 2.95 $\pm$ 0.48<br>(1.9 – 3.49)   |
| 90 Minuten | 2.92 $\pm$ 0.51<br>(1.97 – 3.76)  | 2.67 $\pm$ 0.35<br>(2.00 – 3.16)  |
| 2 Stunden  | 2.69 $\pm$ 0.51<br>(1.76 – 3.63)  | 2.50 $\pm$ 0.28<br>(1.89 – 2.94)  |
| 3 Stunden  | 2.39 $\pm$ 0.48<br>(1.64 – 3.21)  | 2.18 $\pm$ 0.34<br>(1.34 – 2.59)  |
| 4 Stunden  | 2.22 $\pm$ 0.52<br>(1.54 – 3.00)  | 2.04 $\pm$ 0.25<br>(1.53 – 2.43)  |
| 5 Stunden  | 2.13 $\pm$ 0.49<br>(1.49 – 2.86)  | 1.92 $\pm$ 0.27<br>(1.42 – 2.44)  |
| 6 Stunden  | 2.09 $\pm$ 0.48<br>(1.44 – 2.91)  | 1.80 $\pm$ 0.28<br>(1.36 – 2.33)  |
| 7 Stunden  | 1.98 $\pm$ 0.45<br>(1.33 – 2.64)  | 1.73 $\pm$ 0.26<br>(1.23 – 2.24)  |
| 8 Stunden  | 1.94 $\pm$ 0.48<br>(1.24 – 2.63)  | 1.69 $\pm$ 0.23<br>(1.19 – 2.10)  |
| 24 Stunden | 1.75 $\pm$ 0.54<br>(1.12 – 2.75)  | 1.50 $\pm$ 0.53<br>(0.64 – 2.08)  |
| 48 Stunden | 1.81 $\pm$ 0.47<br>(0.82 – 2.64)  | 1.98 $\pm$ 0.74<br>(1.03 – 4.00)  |
| 72 Stunden | 2.07 $\pm$ 0.26<br>(1.55 – 2.47)  | 2.36 $\pm$ 1.03<br>(1.37 – 5.59)  |

Tab. 5: Einteilung der Kühe mit Gebärpause bei den Gruppen C (Kalzium intravenös) und D (Kalziumborogluconat und Natriumphosphat intravenös sowie Kalziumlaktat und Natriumphosphat per os) aufgrund der Elektrolytkonzentration 0, 8, 24, 48 und 72 Stunden nach Therapie

| Parameter              | Zeit (Stunden) | Gruppe C   |        |        | Gruppe D   |        |        |
|------------------------|----------------|------------|--------|--------|------------|--------|--------|
|                        |                | Erniedrigt | Normal | Erhöht | Erniedrigt | Normal | Erhöht |
| Gesamt-kalzium         | 0              | 15         | 0      | 0      | 15         | 0      | 0      |
|                        | 8              | 7          | 8      | 0      | 14         | 1      | 0      |
|                        | 24             | 9          | 6      | 0      | 12         | 3      | 0      |
|                        | 48             | 7          | 7      | 0      | 9          | 5      | 1      |
|                        | 72             | 6          | 9      | 0      | 5          | 8      | 2      |
| Anorganisches Phosphat | 0              | 15         | 0      | 0      | 15         | 0      | 0      |
|                        | 8              | 10         | 5      | 0      | 9          | 4      | 2      |
|                        | 24             | 8          | 6      | 1      | 5          | 6      | 4      |
|                        | 48             | 1          | 7      | 6      | 2          | 8      | 5      |
|                        | 72             | 0          | 12     | 3      | 2          | 8      | 5      |
| Magnesium              | 0              | 0          | 3      | 12     | 0          | 1      | 14     |
|                        | 8              | 0          | 1      | 14     | 0          | 3      | 12     |
|                        | 24             | 0          | 3      | 12     | 0          | 3      | 12     |
|                        | 48             | 1          | 1      | 12     | 1          | 3      | 11     |
|                        | 72             | 1          | 7      | 7      | 3          | 5      | 7      |

Kühe (Nr. 3, 6, 15, 21, 27, 32) wiesen noch einen leicht erniedrigten Kalziumwert auf. Drei Kühe (Nr. 3, 15, 27) blieben über die gesamte Messperiode im hypokalzämischen Bereich. Eine Kuh (Nr. 21) hatte nach 8, 24 und 48 Stunden physiologische Kalziumwerte, welche aber danach wieder in den hypokalzämischen Bereich absanken. Die restlichen zwei Kühe (Nr. 6, 32) waren zu den Zeitpunkten 48 bzw. 8 Stunden im normokalzämischen Bereich, wiesen zu den anderen Zeitpunkten jedoch hypokalzämische Werte auf.

#### **Verlauf der Kalziumwerte nach Kalziumborogluconat und Natriumphosphat intravenös sowie Kalziumlaktat und Natriumphosphat per os (Gruppe D)**

In der Gruppe D kam es innerhalb von wenigen Minuten zu einem schnellen und signifikanten Anstieg der Kalziumwerte von durchschnittlich 1.04 auf 5.91 mmol/l ( $P < 0.01$ ; Abb. 7, Tab. 4). Der höchste Einzelwert lag bei 14.0 mmol/l. Danach sanken die Kalziumwerte langsam und stetig ab. Nach fünf Stunden lag die durchschnittliche

Kalziumkonzentration mit 1.92 mmol/l im hypokalzämischen Bereich. Nach 48 Stunden bestand immer noch eine Hypokalzämie mit einer durchschnittlichen Kalziumkonzentration von 1.98 mmol/l, während die Kalziumkonzentration nach 72 Stunden mit 2.36 mmol/l im Normalbereich lag.

Nur bei einer Kuh lag die Kalziumkonzentration nach acht Stunden im Normalbereich (Nr. 17), in welchem sie bis zum Zeitpunkt 24 Stunden verblieb. Danach wies die Kuh Werte im hyperkalzämischen Bereich auf. Bei 14 Kühen lag zum Zeitpunkt 8 Stunden nach vorübergehender Hyper- und Normokalzämie erneut eine Hypokalzämie vor (Nr. 4, 9, 10, 13, 14, 23, 26, 29, 30, 35, 37, 38, 39, 40). Drei Kühe (Nr. 10, 13, 17) waren nach 24 Stunden im normokalzämischen Bereich. Nach 48 Stunden erreichten vier weitere Kühe (Nr. 9, 30, 37, 40), und nach 72 Stunden noch einmal vier Kühe (Nr. 14, 23, 29, 38) einen normalen oder erhöhten Kalziumspiegel.

### **Vergleich der Kalziumverlaufskurven der Gruppen C und D**

Die Kalziumverlaufskurven der Gruppen C und D unterschieden sich signifikant (GLM,  $P < 0.05$ ) bezüglich Gruppe und Zeit. Die Kühe der Gruppe C wiesen mit Ausnahme des Zeitpunkts 10 Minuten nach Behandlung stets höhere Kalziumwerte als die Tiere der Gruppe D auf. Nach 48 und 72 Stunden war das Verhältnis umgekehrt.

Bei beiden Gruppen bestand bis nach 60 Minuten eine Hyperkalzämie, bei der Gruppe C war sogar der 90-Minuten-Wert noch leicht erhöht. Die durchschnittliche Kalziumkonzentration der Gruppe D lag nach fünf Stunden wieder im hypokalzämischen Bereich, während die Gruppe C erst nach sieben Stunden wieder hypokalzämisch wurde.

Nach 24 Stunden waren die Kalziumwerte von neun Kühen der Gruppe C und von zwölf Kühen der Gruppe D erniedrigt (Tab. 5), nach 48 Stunden wiesen noch sieben Kühe der Gruppe C und neun Kühe der Gruppe D, und nach 72 Stunden noch sechs Kühe der Gruppe C und fünf Kühe der Gruppe D eine Hypokalzämie auf. Bei den restlichen Kühen bestand zu diesen Zeitpunkten eine Normo- oder eine Hyperkalzämie.

#### 6.2.4.2. Ionisiertes Kalzium

Der Konzentrationsverlauf des ionisierten Kalziums ist für die Gruppen C und D in der Abb. 8 und der Tab. 6 dargestellt. Das ionisierte Kalzium war initial bei beiden Gruppen stark erniedrigt und lag im Durchschnitt zwischen 0.60 und 0.71 mmol/l.

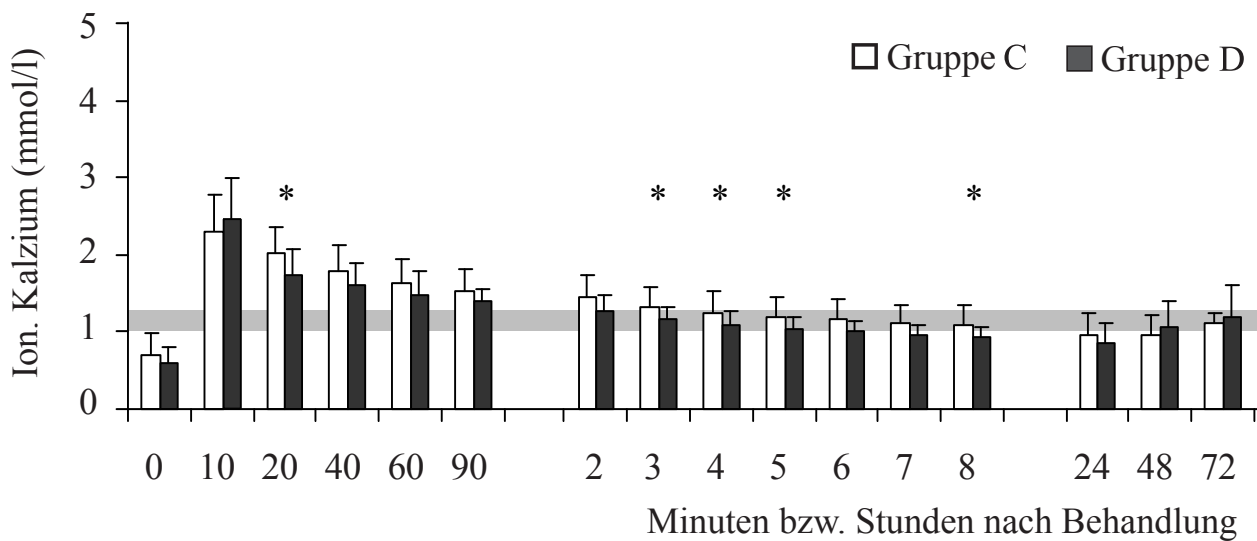


Abb. 8: Verlauf der Konzentrationen des ionisierten Kalziums bei den Gruppen C (Kalziuminfusion im Sturz) und D (Kalziumborogluconat und Natriumphosphat intravenös sowie Kalziumlaktat und Natriumphosphat per os). Mittelwerte + Standardabweichungen (Differenzen: \* =  $P < 0.05$ ). Der graue Balken markiert den Normalbereich für ionisiertes Kalzium zwischen 1.06 und 1.26 mmol/l.

Nach der Behandlung stieg das ionisierte Kalzium stark an. Die Werte der Gruppe C blieben bis zu drei Stunden, diejenigen der Gruppe D bis zu zwei Stunden im hyperkalzämischen Bereich. Die Gruppe C war bis zum Zeitpunkt acht Stunden, die Gruppe D bis zum Zeitpunkt vier Stunden im normokalzämischen Bereich, danach sanken die Konzentrationen bei beiden Gruppen in den hypokalzämischen Bereich ab. Nach 48 (Gruppe D) bzw. 72 Stunden (Gruppe C) lagen wieder normale Konzentrationen des ionisierten Kalziums vor.

Die Verlaufskurven der beiden Gruppen unterschieden sich nicht signifikant. Zu den

Tab. 6: Verlauf der Konzentrationen des ionisierten Kalziums bei den Gruppen C (Kalziuminfusion im Sturz) und D (Kalziumborogluconat und Natriumphosphat intravenös sowie Kalziumlaktat und Natriumphosphat per os). Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichungen (Differenzen: \* =  $P < 0.05$ ) sowie Schwankungsbreiten

| Zeit         | Ionisiertes Kalzium (mmol/l)     |                                  |
|--------------|----------------------------------|----------------------------------|
|              | Gruppe C                         | Gruppe D                         |
| 0 Minuten    | 0.71 $\pm$ 0.28<br>(0.37 – 1.14) | 0.60 $\pm$ 0.20<br>(0.31 – 0.93) |
| 10 Minuten   | 2.41 $\pm$ 0.47<br>(1.23 – 3.28) | 2.54 $\pm$ 0.45<br>(1.89 – 3.75) |
| 20 Minuten * | 2.01 $\pm$ 0.35<br>(1.15 – 2.47) | 1.74 $\pm$ 0.34<br>(1.12 – 2.12) |
| 40 Minuten   | 1.80 $\pm$ 0.32<br>(1.10 – 2.27) | 1.62 $\pm$ 0.27<br>(0.99 – 1.97) |
| 60 Minuten   | 1.64 $\pm$ 0.30<br>(1.02 – 2.19) | 1.49 $\pm$ 0.29<br>(0.76 – 1.85) |
| 90 Minuten   | 1.53 $\pm$ 0.28<br>(0.98 – 1.98) | 1.39 $\pm$ 0.17<br>(1.04 – 1.67) |
| 2 Stunden    | 1.45 $\pm$ 0.28<br>(0.95 – 1.92) | 1.27 $\pm$ 0.22<br>(0.68 – 1.60) |
| 3 Stunden *  | 1.33 $\pm$ 0.26<br>(0.90 – 1.75) | 1.16 $\pm$ 0.16<br>(0.92 – 1.46) |
| 4 Stunden *  | 1.25 $\pm$ 0.27<br>(0.86 – 1.65) | 1.08 $\pm$ 0.18<br>(0.63 – 1.33) |
| 5 Stunden *  | 1.19 $\pm$ 0.26<br>(0.82 – 1.63) | 1.03 $\pm$ 0.17<br>(0.64 – 1.29) |
| 6 Stunden    | 1.16 $\pm$ 0.26<br>(0.81 – 1.62) | 1.01 $\pm$ 0.13<br>(0.75 – 1.25) |
| 7 Stunden    | 1.11 $\pm$ 0.25<br>(0.74 – 1.49) | 0.95 $\pm$ 0.15<br>(0.68 – 1.23) |
| 8 Stunden *  | 1.09 $\pm$ 0.26<br>(0.69 – 1.46) | 0.93 $\pm$ 0.13<br>(0.66 – 1.14) |
| 24 Stunden   | 0.96 $\pm$ 0.28<br>(0.59 – 1.54) | 0.86 $\pm$ 0.26<br>(0.38 – 1.18) |
| 48 Stunden   | 0.97 $\pm$ 0.25<br>(0.44 – 1.36) | 1.06 $\pm$ 0.35<br>(0.56 – 1.90) |
| 72 Stunden   | 1.11 $\pm$ 0.13<br>(0.84 – 1.25) | 1.20 $\pm$ 0.41<br>(0.71 – 2.39) |

Zeitpunkten 20 Minuten, 3 Stunden, 4 Stunden, 5 Stunden und 8 Stunden wiesen die Kühe der Gruppe C eine signifikant höhere Konzentration des ionisierten Kalziums auf als die Tiere der Gruppe D ( $P < 0.05$ ).

Das ionisierte Kalzium zeigte in beiden Gruppen eine sehr enge Korrelation zum Gesamtkalzium. Der Korrelationskoeffizient  $r$  lag zu den einzelnen Zeitpunkten der achtstündigen Überwachungsphase (ausser unmittelbar nach der Behandlung mit  $r = 0.84$ ) zwischen 0.90 und 0.98, zu den darauf folgenden Zeitpunkten zwischen 0.98 und 0.99.

#### *Prozentualer Anteil des ionisierten Kalziums am Gesamtkalzium*

Der mittlere prozentuale Anteil des ionisierten Kalziums am Gesamtkalzium schwankte zwischen 48.9 und 57.7 % (Abb. 9). In der Gruppe C fiel der prozentuale Anteil des ionisierten Kalziums am Gesamtkalzium innerhalb der ersten zehn Minuten nach Behandlungsbeginn signifikant von durchschnittlich 57.9 % auf 43.2 % ab ( $P < 0.01$ ). In der Gruppe D kam es innerhalb der ersten zehn Minuten nach Behandlung zu einem signifikanten Absinken des prozentualen Anteils des ionisierten Kalziums am Gesamtkalzium von durchschnittlich 57.7 % auf 42.9 % ( $P < 0.01$ ). Danach folgte in beiden Gruppen ein langsamer Anstieg.

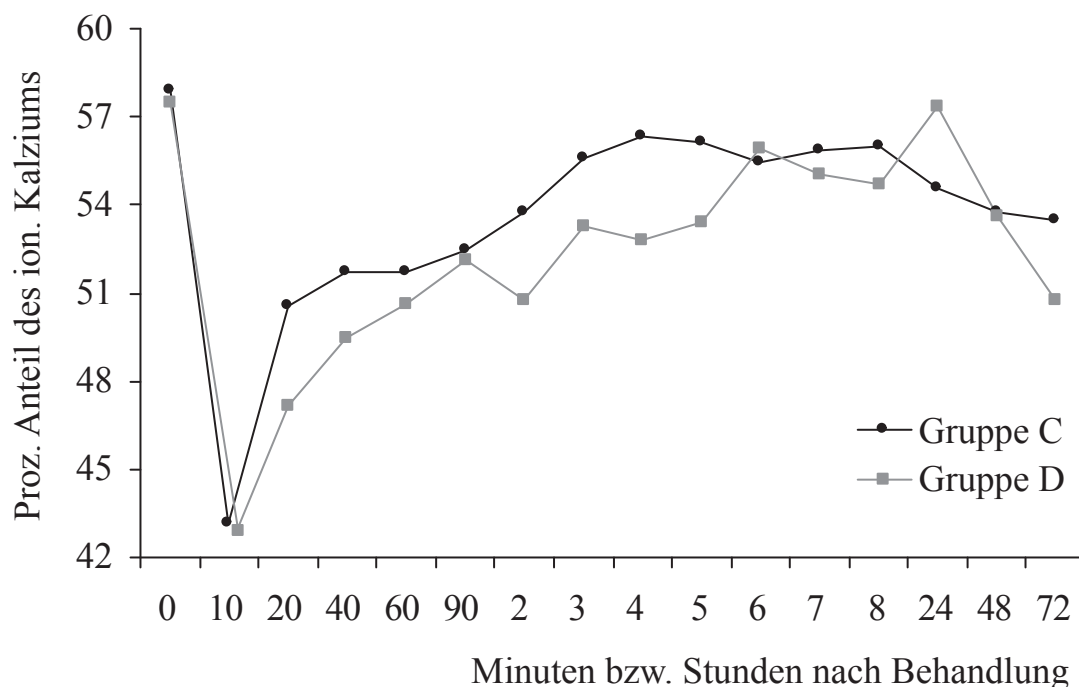


Abb. 9: Prozentualer Anteil des ionisierten Kalziums am Gesamtkalzium bei 30 Kühen mit Gebärparese während 72 Stunden

### **6.2.4.3. Anorganisches Phosphat**

Der Verlauf der anorganischen Phosphatkonzentration ist für die beiden Gruppen C und D in der Abb. 10 und der Tab. 7 dargestellt.

#### **Verlauf der Phosphatwerte der Gruppe C**

In der Gruppe C kam es nach der Kalziuminfusion innerhalb von zwei Stunden zu einem langsamen Ansteigen der anorganischen Phosphatkonzentration von durchschnittlich 0.66 auf 1.27 mmol/l. In der Folge sank der Phosphatspiegel bis zum Zeitpunkt acht Stunden wieder auf 1.08 mmol/l ab. Nach 24, 48 und 72 Stunden lag eine Normophosphatämie mit Werten von 1.37, 1.98 und 2.01 mmol/l vor. Die Verlaufskurven der einzelnen Kühe sind im Anhang dargestellt. Bei zehn Kühen (Nr. 3, 6, 8, 21, 22, 27, 28, 32, 33, 36) lagen die Phosphatspiegel nach acht Stunden unter die physiologische Werte, und keine Kuh wies eine Hyperphosphatämie auf (Tab. 7). Acht Kühe (Nr. 3, 6, 11, 21, 24, 27, 33, 36) wiesen nach 24 Stunden eine Hypophosphatämie auf. Nach 48 Stunden waren die Werte von sieben dieser Kühe (Ausnahme Nr. 11) im Normalbereich. Sechs Kühe (Nr. 3, 8, 15, 24, 27, 34) wiesen nach 48 Stunden eine Hyperphosphatämie auf. Nach 72 Stunden wiesen noch drei Kühe (Nr. 15, 21, 34) eine Hyperphosphatämie auf, während sich alle anderen 12 Tiere im Normalbereich befanden.

#### **Verlauf der Phosphatwerte der Gruppe D**

Innerhalb von 20 Minuten nach Behandlungsbeginn kam es zu einem schnellen und signifikanten Ansteigen ( $P < 0.01$ ) der anorganischen Phosphatkonzentration von durchschnittlich 0.48 auf 3.79 mmol/l. Der höchste Einzelwert lag bei 7.77 mmol/l. In der Folge sank der Phosphatspiegel bis zum Zeitpunkt acht Stunden langsam und kontinuierlich wieder auf 1.33 mmol/l ab, vermochte sich jedoch immer im normophosphatämischen Bereich zu halten. Die Phosphatkonzentrationen lagen auch nach 24, 48 und 72 Stunden mit Werten von 1.55, 2.19 und 2.20 mmol/l im Normalbereich. Bei vier Tieren lag die Phosphatkonzentration nach acht Stunden noch im Normalbereich (Nr. 9, 23, 30, 37; Tab. 5). Nach 24 Stunden war der Phosphatspiegel bei sechs Kühen (Nr. 9, 23, 26, 30, 37, 40) im Normalbereich, nach 48 Stunden wiesen 8 Kühe (Nr. 4, 10, 13, 14, 17, 23, 29, 40) eine normale und zwei Kühe (Nr. 38, 39) eine zu tiefe



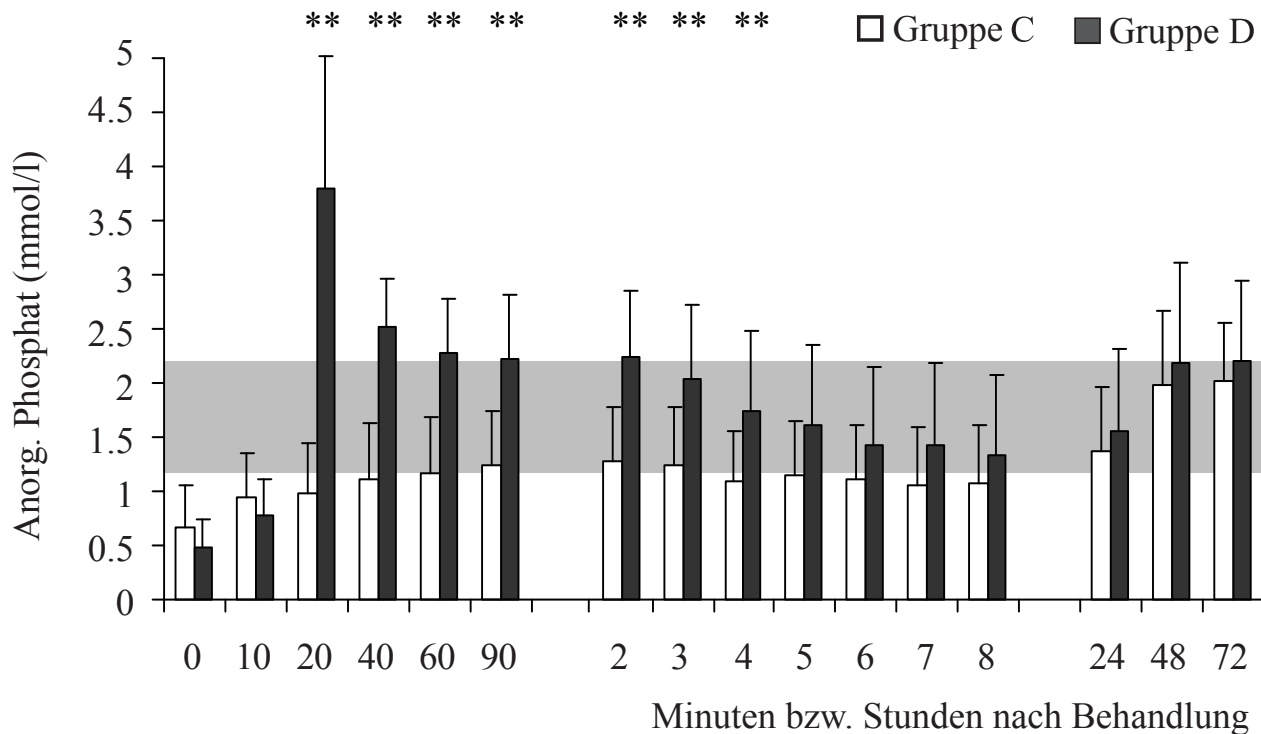


Abb. 10: Verlauf der anorganischen Phosphatkonzentrationen bei den Gruppen C (Kalziuminfusion im Sturz) und D (Kalziumborogluconat und Natriumphosphat intravenös sowie Kalziumlaktat und Natriumphosphat per os). Mittelwerte + Standardabweichungen (Differenzen: \*\* =  $P < 0.01$ ). Der graue Balken markiert den Normalbereich für anorganisches Phosphat zwischen 1.3 und 2.3 mmol/l.

Phosphatkonzentration auf. Nach 72 Stunden waren die Phosphatwerte von fünf Kühen erhöht (Nr. 4, 9, 26, 30, 35) und von zwei Kühen (Nr. 17, 29) erniedrigt. Zwei Kühe (Nr. 17, 29) konnten ihre Phosphatkonzentration nicht dauerhaft im Normalbereich halten; die Kuh 17 wies zwar nach 48 Stunden eine Normophosphatämie auf, doch sank die Phosphorkonzentration anschliessend wieder in den hypophosphatämischen Bereich ab. Die Kuh 29 wies nach 8 und 24 Stunden erhöhte, nach 48 Stunden normale und nach 72 Stunden erniedrigte Phosphorkonzentrationen auf.

### Vergleich der Phosphatverlaufskurven der Gruppen C und D

Die Kühe der Gruppe D wiesen eine signifikant höhere Phosphatverlaufskurve auf als diejenigen der Gruppe C ( $P < 0.01$ ). Die anorganischen Phosphatkonzentrationen der Gruppe D waren zu den Zeitpunkten 20, 40, 60 und 90 Minuten sowie 2, 3 und

Tab. 7: Verlauf der Konzentrationen des anorganischen Phosphats bei den Gruppen C (Kalziuminfusion im Sturz) und D (Kalziumborogluconat und Natriumphosphat intravenös sowie Kalziumlaktat und Natriumphosphat per os). Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichungen sowie Schwankungsbreiten. Differenz: \*\* =  $P < 0.01$

| Zeit          | Anorganisches Phosphat (mmol/l)  |                                  |
|---------------|----------------------------------|----------------------------------|
|               | Gruppe C                         | Gruppe D                         |
| 0 Minuten     | 0.66 $\pm$ 0.39<br>(0.08 – 1.27) | 0.48 $\pm$ 0.27<br>(0.21 – 1.30) |
| 10 Minuten    | 0.94 $\pm$ 0.42<br>(0.26 – 1.64) | 0.80 $\pm$ 0.32<br>(0.48 – 1.76) |
| 20 Minuten ** | 0.98 $\pm$ 0.46<br>(0.27 – 1.89) | 3.79 $\pm$ 1.23<br>(2.62 – 7.77) |
| 40 Minuten ** | 1.12 $\pm$ 0.51<br>(0.28 – 2.12) | 2.51 $\pm$ 0.45<br>(1.85 – 3.23) |
| 60 Minuten ** | 1.16 $\pm$ 0.52<br>(0.25 – 2.08) | 2.27 $\pm$ 0.51<br>(1.56 – 3.13) |
| 90 Minuten ** | 1.25 $\pm$ 0.49<br>(0.45 – 2.16) | 2.23 $\pm$ 0.59<br>(1.16 – 3.30) |
| 2 Stunden **  | 1.27 $\pm$ 0.50<br>(0.48 – 2.24) | 2.24 $\pm$ 0.62<br>(1.12 – 3.2)  |
| 3 Stunden **  | 1.25 $\pm$ 0.53<br>(0.31 – 2.25) | 2.03 $\pm$ 0.70<br>(1.05 – 3.29) |
| 4 Stunden **  | 1.09 $\pm$ 0.46<br>(0.28 – 1.94) | 1.74 $\pm$ 0.74<br>(0.87 – 3.40) |
| 5 Stunden     | 1.14 $\pm$ 0.51<br>(0.28 – 1.98) | 1.61 $\pm$ 0.75<br>(0.73 – 3.34) |
| 6 Stunden     | 1.11 $\pm$ 0.50<br>(0.13 – 1.94) | 1.43 $\pm$ 0.71<br>(0.62 – 2.96) |
| 7 Stunden     | 1.06 $\pm$ 0.53<br>(0.10 – 1.94) | 1.42 $\pm$ 0.76<br>(0.46 – 3.13) |
| 8 Stunden     | 1.08 $\pm$ 0.53<br>(0.08 – 2.05) | 1.33 $\pm$ 0.74<br>(0.49 – 3.07) |
| 24 Stunden    | 1.37 $\pm$ 0.60<br>(0.49 – 2.48) | 1.55 $\pm$ 0.77<br>(0.22 – 2.77) |
| 48 Stunden    | 1.98 $\pm$ 0.69<br>(0.48 – 3.17) | 2.19 $\pm$ 0.93<br>(0.65 – 4.52) |
| 72 Stunden    | 2.01 $\pm$ 0.55<br>(1.34 – 3.32) | 2.20 $\pm$ 0.75<br>(1.06 – 4.30) |

4 Stunden signifikant höher als diejenigen der Gruppe C ( $P < 0.01$ ). Über den Verlauf der Zeit war die Phosphatverlaufskurve der Gruppe D signifikant unterschiedlich ( $P < 0.01$ ), während im Kurvenverlauf der Gruppe C keine signifikanten Unterschiede auftraten.

Nach acht Stunden waren die anorganischen Phosphatwerte von zehn Kühen (Nr. 3, 6, 8, 21, 22, 27, 28, 32, 33, 36) der Gruppe C und von neun Kühen (Nr. 4, 10, 13, 14, 17, 35, 38, 39, 40) der Gruppe D erniedrigt (Tab. 5). Nach 24 Stunden waren die Phosphatspiegel von acht Kühen (Nr. 3, 6, 11, 21, 24, 27, 33, 36) der Gruppe C und von fünf Kühen (4, 10, 14, 17, 38) der Gruppe D erniedrigt. Nach 48 Stunden wiesen noch eine Kuh (Nr. 11) der Gruppe C und zwei Kühe (Nr. 38, 39) der Gruppe D, und nach 72 Stunden noch zwei Kühe (Nr. 17, 29) der Gruppe D eine Hypophosphatämie auf. Bei den restlichen Kühen bestanden zu diesen Zeitpunkten eine Normo- oder eine Hyperphosphatämie.

#### **6.2.4.4. Magnesium**

Der Verlauf der Magnesiumkonzentrationen ist für die beiden Gruppen C und D in der Abb. 11 und der Tab. 8 dargestellt.

##### **Verlauf der Magnesiumwerte der Gruppe C**

Nach der Behandlung kam es innerhalb von zehn Minuten zu einem schnellen und signifikanten Ansteigen der durchschnittlichen Magnesiumkonzentration von 1.28 auf 2.43 mmol/l Blutserum ( $P < 0.01$ ). Danach sank die Magnesiumkonzentration langsam und kontinuierlich ab. Nach vier Stunden war die Ausgangskonzentration wieder erreicht. Zu den nachfolgenden Messzeitpunkten lagen die Magnesiumwerte stets zwischen 1.15 und 1.27 mmol/l. Zum Zeitpunkt 72 Stunden erreichte die Magnesiumkonzentration mit 1.05 mmol/l erstmals fast den Referenzbereich.

##### **Verlauf der Magnesiumwerte der Gruppe D**

Nach der Behandlung kam es innerhalb von zehn Minuten zu einem schnellen und signifikanten Ansteigen der durchschnittlichen Magnesiumkonzentration von 1.33 auf 2.64 mmol/l Blutserum ( $P < 0.01$ ). Danach sank die Magnesiumkonzentration langsam und kontinuierlich ab. Nach drei Stunden war die Ausgangskonzentration wieder

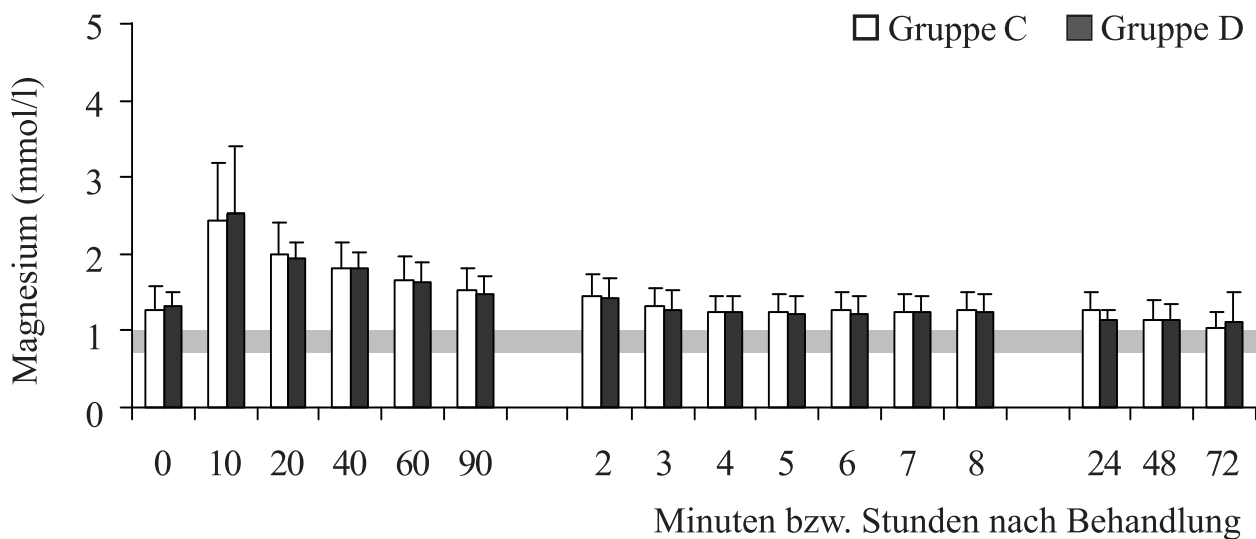


Abb. 11: Verlauf der Magnesiumkonzentrationen bei den Gruppen C (Kalziuminfusion im Sturz) und D (Kalziumborogluconat und Natriumphosphat intravenös sowie Kalziumlaktat und Natriumphosphat per os). Mittelwerte + Standardabweichungen. Der graue Balken markiert den Normalbereich für Magnesium zwischen 0.8 und 1.0 mmol/l.

erreicht. Zu den nachfolgenden Messzeitpunkten lag der Wert stets zwischen 1.11 und 1.24 mmol/l und blieb damit immer oberhalb des Referenzbereichs.

### Vergleich der Magnesiumverlaufskurven der Gruppen C und D

Die Magnesiumverlaufskurven der Gruppen C und D unterschieden sich nicht signifikant und es bestand zu keinem Messzeitpunkt ein signifikanter Unterschied zwischen den zwei Gruppen. Nach 24 Stunden zeigten zwölf Kühe der Gruppe C (Nr. 3, 6, 8, 11, 15, 19, 24, 27, 28, 32, 33, 36) und zwölf Kühe der Gruppe D (Nr. 4, 9, 10, 13, 14, 23, 26, 29, 35, 37, 39, 40) eine Hypermagnesämie (Tab. 5). Nach 48 Stunden war der Magnesiumspiegel bei zwölf Kühen der Gruppe C (Nr. 3, 6, 8, 11, 15, 19, 22, 24, 27, 28, 32, 36) und bei elf Kühen der Gruppe D (Nr. 4, 13, 14, 17, 23, 26, 29, 35, 37, 39, 40) und nach 72 Stunden bei je sieben Kühen der Gruppe C (Nr. 6, 8, 11, 15, 27, 32, 33) und der Gruppe D (Nr. 4, 10, 13, 17, 26, 37, 39) erhöht.

Tab. 8: Verlauf der Magnesiumkonzentrationen bei den Gruppen C (Kalziuminfusion im Sturz) und D (Kalziumborogluconat und Natriumphosphat intravenös sowie Kalziumlaktat und Natriumphosphat per os). Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichungen sowie Schwankungsbreiten

| Zeit       | Magnesium (mmol/l)               |                                  |
|------------|----------------------------------|----------------------------------|
|            | Gruppe C                         | Gruppe D                         |
| 0 Minuten  | 1.28 $\pm$ 0.31<br>(0.87 – 1.84) | 1.33 $\pm$ 0.18<br>(0.81 – 1.56) |
| 10 Minuten | 2.43 $\pm$ 0.75<br>(1.87 – 4.72) | 2.64 $\pm$ 0.74<br>(1.65 – 4.71) |
| 20 Minuten | 2.00 $\pm$ 0.40<br>(1.60 – 3.15) | 1.94 $\pm$ 0.21<br>(1.48 – 2.18) |
| 40 Minuten | 1.81 $\pm$ 0.34<br>(1.42 – 2.61) | 1.81 $\pm$ 0.22<br>(1.33 – 2.21) |
| 60 Minuten | 1.66 $\pm$ 0.31<br>(1.29 – 2.23) | 1.63 $\pm$ 0.26<br>(1.21 – 2.06) |
| 90 Minuten | 1.54 $\pm$ 0.28<br>(1.21 – 2.07) | 1.48 $\pm$ 0.23<br>(1.09 – 1.81) |
| 2 Stunden  | 1.46 $\pm$ 0.28<br>(1.06 – 1.96) | 1.43 $\pm$ 0.25<br>(1.00 – 1.79) |
| 3 Stunden  | 1.33 $\pm$ 0.23<br>(1.05 – 1.89) | 1.28 $\pm$ 0.24<br>(0.88 – 1.62) |
| 4 Stunden  | 1.25 $\pm$ 0.21<br>(1.01 – 1.79) | 1.24 $\pm$ 0.21<br>(0.91 – 1.57) |
| 5 Stunden  | 1.25 $\pm$ 0.23<br>(0.97 – 1.75) | 1.22 $\pm$ 0.22<br>(0.89 – 1.59) |
| 6 Stunden  | 1.27 $\pm$ 0.23<br>(1.00 – 1.76) | 1.22 $\pm$ 0.23<br>(0.86 – 1.64) |
| 7 Stunden  | 1.25 $\pm$ 0.24<br>(1.00 – 1.72) | 1.24 $\pm$ 0.22<br>(0.90 – 1.63) |
| 8 Stunden  | 1.26 $\pm$ 0.24<br>(0.97 – 1.70) | 1.24 $\pm$ 0.24<br>(0.92 – 1.67) |
| 24 Stunden | 1.26 $\pm$ 0.24<br>(0.86 – 1.70) | 1.13 $\pm$ 0.14<br>(0.91 – 1.41) |
| 48 Stunden | 1.15 $\pm$ 0.24<br>(0.73 – 1.65) | 1.13 $\pm$ 0.22<br>(0.78 – 1.60) |
| 72 Stunden | 1.05 $\pm$ 0.19<br>(0.76 – 1.54) | 1.11 $\pm$ 0.40<br>(0.68 – 2.17) |

### 6.2.5. Ausscheidung von Kalzium, anorganischem Phosphat und Magnesium mit dem Harn sowie Harn-pH-Wert

Die fraktionellen Exkretionsraten der Elektrolyte Kalzium, anorganisches Phosphat und Magnesium unterschieden sich zwischen den beiden Gruppen C und D weder zum Zeitpunkt 0 noch zum Zeitpunkt 4 Stunden nach Versuchsbeginn signifikant.

#### Fraktionelle Exkretion von Kalzium

Die fraktionelle Exkretionsrate für Kalzium ( $FE_{Ca}$ ) der zwei Gruppen lag bei Versuchsbeginn zwischen 0.03 und 0.85 %. Der Durchschnitt betrug  $0.34 \pm 0.23$  % (Medianwert = 0.35 %, Abb. 12). Nach vier Stunden lag die  $FE_{Ca}$  zwischen 0.88 und 8.25 %. Der Durchschnitt betrug  $3.40 \pm 2.20$  % (Medianwert = 2.89 %). Der Anstieg der fraktionellen Exkretionsrate für Kalzium innerhalb von vier Stunden war in beiden Gruppen signifikant ( $P < 0.01$ ). Zwischen den zwei Gruppen bestanden keine signifikanten Unterschiede. Der Mittelwert der  $FE_{Ca}$  stieg in der Gruppe C von 0.34 % auf 4.05 % und in der Gruppe D von 0.35 auf 2.74 %.

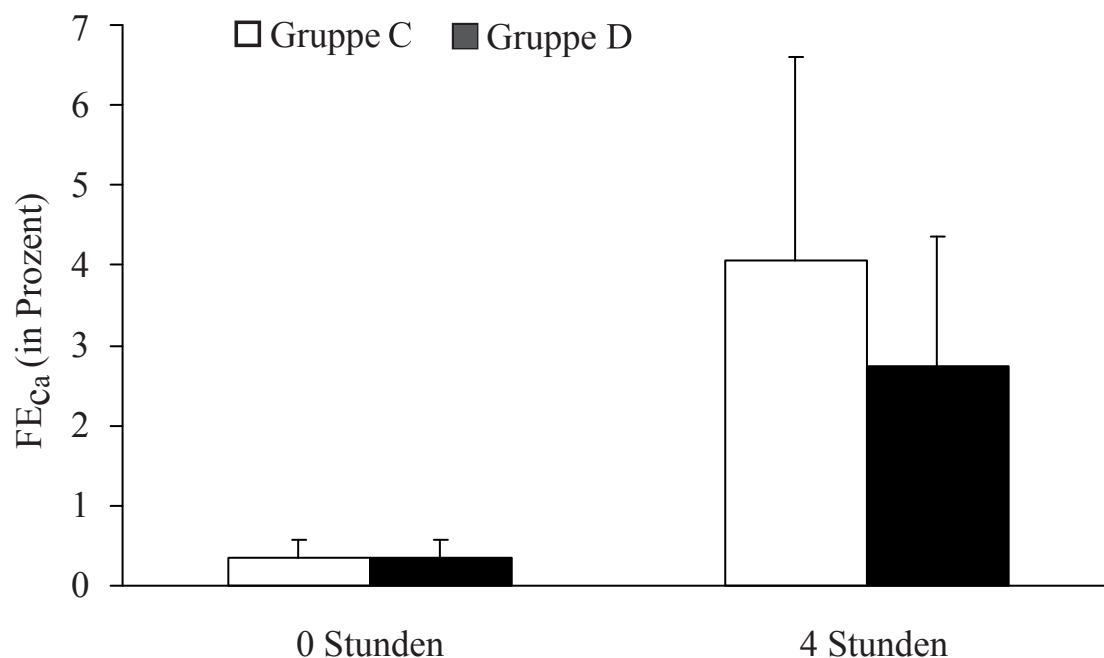


Abb. 12:  $FE_{Ca}$  bei 30 Kühen mit Gebärparese vor und vier Stunden nach der Behandlung, aufgeteilt nach Behandlungsgruppen. Mittelwerte + Standardabweichungen

### Fraktionelle Exkretion von anorganischem Phosphat

Die fraktionelle Exkretionsrate für anorganisches Phosphat ( $FE_p$ ) der zwei Gruppen lag bei Versuchsbeginn zwischen 0.01 und 4.85 %. Der Durchschnitt betrug  $0.80 \pm 1.24$  % (Medianwert = 0.32 %, Abb. 13). Nach vier Stunden lag die  $FE_p$  zwischen 0.01 und 7.68 %. Der Durchschnitt betrug  $1.34 \pm 1.87$  % (Medianwert = 0.51 %). Die Veränderung der fraktionellen Exkretionsrate für anorganisches Phosphat innerhalb von vier Stunden war in beiden Gruppen nicht signifikant und zwischen den beiden Gruppen C und D bestanden keine signifikanten Unterschiede. Der Mittelwert der  $FE_p$  blieb in der Gruppe C unverändert auf einem Wert von 0.75 %, während er in der Gruppe D von 0.84 % auf 1.94 % anstieg.

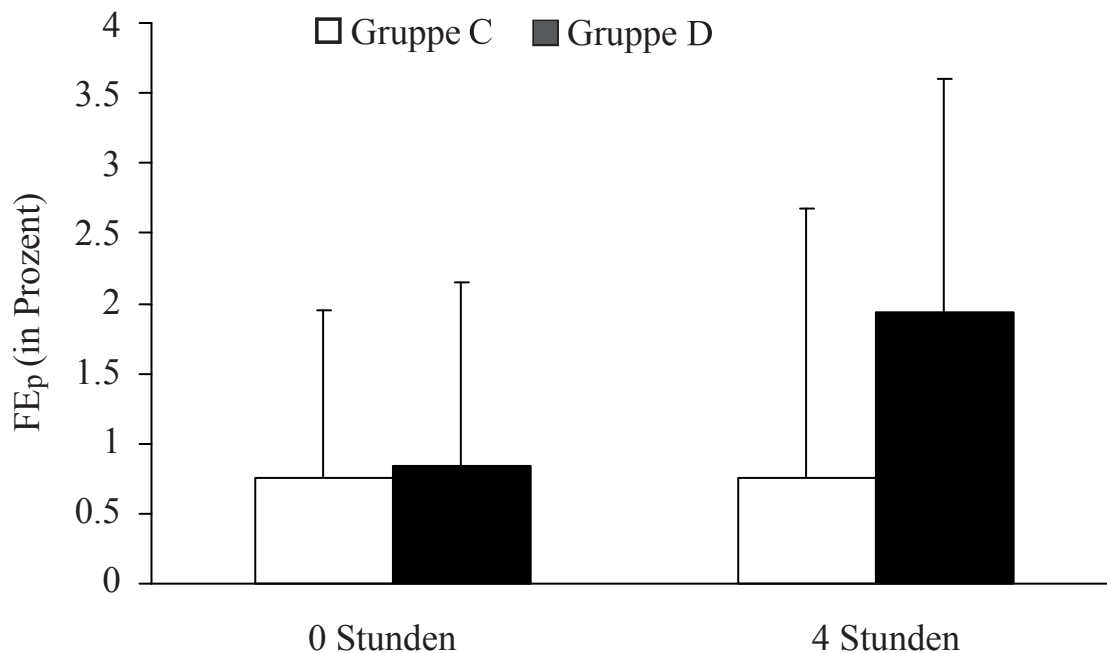


Abb. 13:  $FE_p$  bei 30 Kühen mit Gebärpause vor und vier Stunden nach der Behandlung, aufgeteilt nach Behandlungsgruppen. Mittelwerte + Standardabweichungen

### Fraktionelle Exkretion von Magnesium

Die fraktionelle Exkretionsrate für Magnesium ( $FE_{Mg}$ ) der zwei Gruppen lag vor Therapiebeginn zwischen 0.22 und 11.73 %. Der Durchschnitt betrug  $4.97 \pm 3.49$  % (Medianwert = 3.45 %, Abb. 14). Nach vier Stunden lag die  $FE_{Mg}$  zwischen 0.39 und 35.77 %. Der Durchschnitt betrug  $19.18 \pm 8.62$  % (Medianwert = 19.94 %). Der Anstieg

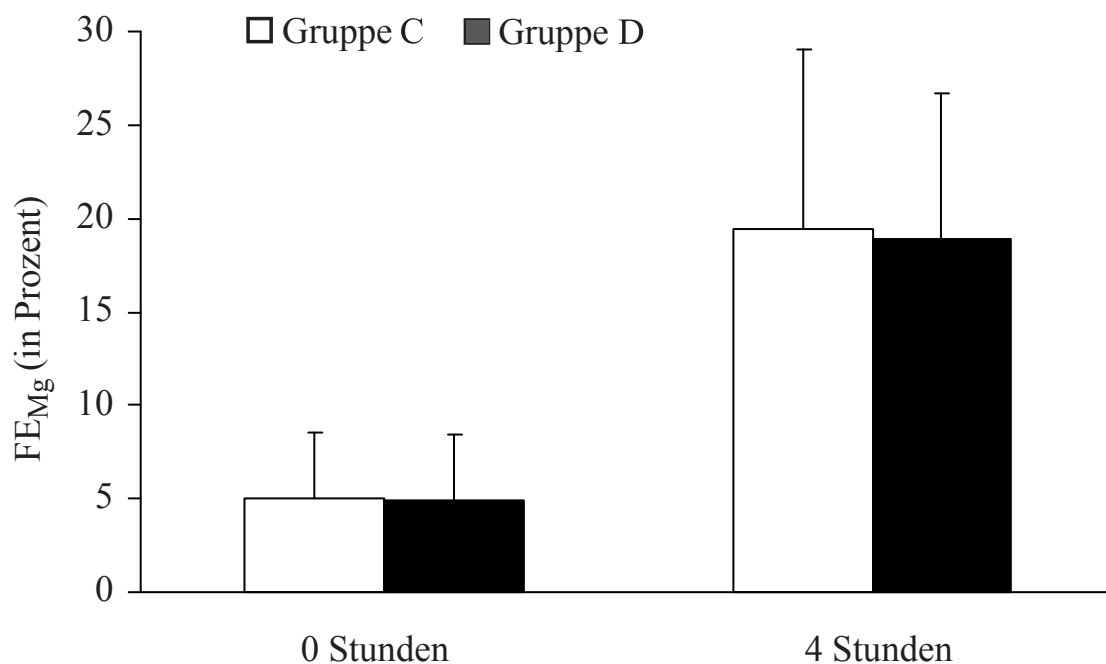


Abb. 14:  $FE_{Mg}$  bei 30 Kühen mit Gebärpause vor und vier Stunden nach der Behandlung, aufgeteilt nach Behandlungsgruppen. Mittelwerte + Standardabweichungen

der fraktionellen Exkretionsrate für Magnesium innerhalb von vier Stunden war in beiden Gruppen signifikant ( $P < 0.01$ ). Zwischen den zwei Gruppen bestanden keine signifikanten Unterschiede. Der Mittelwert der  $FE_{Mg}$  war in der Gruppe C von 5.03 auf 19.43 % und in der Gruppe D von 4.92 auf 18.92 % angestiegen.

### Vergleich der fraktionellen Exkretionen der Elektrolyte mit dem Therapieerfolg nach acht Stunden

Die fraktionellen Exkretionen der Elektrolyte Kalzium, anorganisches Phosphat und Magnesium unterschieden sich nicht zwischen den 22 Kühen, die innerhalb von acht Stunden aufstanden, und den 8 Kühen, die länger als acht Stunden festlagen.

### Harn-pH-Wert

Der durchschnittliche Ausgangswert für den Harn-pH-Wert betrug  $8.10 \pm 0.92$  (Schwankungsbreite: 5 – 9). Vier Stunden nach der Behandlung war der Harn-pH-Wert signifikant auf  $6.73 \pm 0.98$  (Schwankungsbreite: 5 – 8) abgesunken (Differenz zum Ausgangswert  $P < 0.01$ ). In der Gruppe C lag der Ausgangswert bei  $8.13 \pm 0.74$  und der 4-Stunden-Wert bei  $7.13 \pm 0.92$  ( $P < 0.01$ ). In der Gruppe D unterschieden



sich die zwei Untersuchungszeitpunkte ebenfalls signifikant ( $P < 0.01$ ). Der Ausgangswert lag bei  $8.07 \pm 1.10$  und der 4-Stunden-Wert bei  $6.33 \pm 0.90$ . Während vor der Behandlung bezüglich des Harn-pH-Werts zwischen den beiden Gruppen C und D kein signifikanter Unterschied bestand, war der pH-Wert der Gruppe D 4 Stunden nach der Behandlung signifikant ( $P < 0.05$ ) tiefer als derjenige der Gruppe C.

### 6.2.6. Klinischer Verlauf

#### Bewusstsein

Das Bewusstsein der zwei Gruppen unterschied sich zu keinem Zeitpunkt. Nach Behandlungsbeginn normalisierte sich das Bewusstsein bei allen Kühen. Eine Stunde nach Therapiebeginn waren von den sechs Kühen, welche vor der Therapie stuporös waren, noch vier Tiere leicht apathisch (Abb. 15).

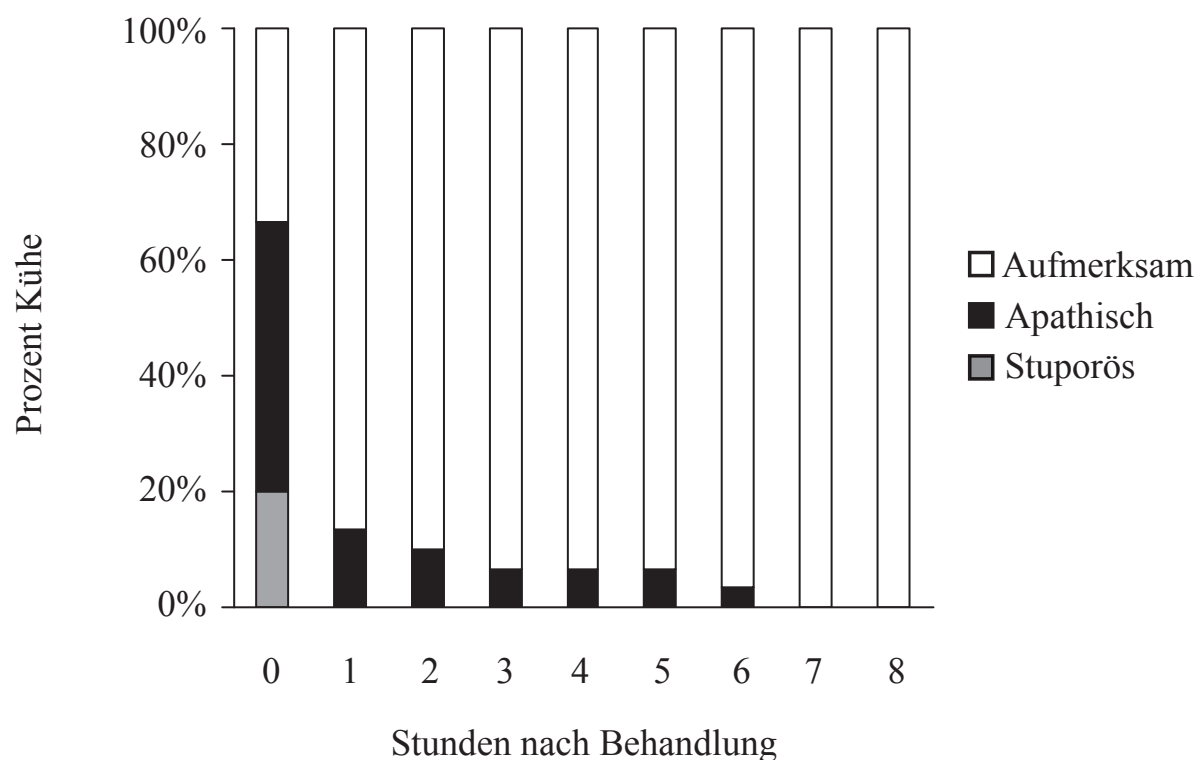


Abb. 15: Veränderung des Bewusstseins während der achtstündigen Beobachtungsperiode bei 30 Kühen mit Gebärparese

#### Temperatur, Herz- und Atemfrequenz

Die Rektaltemperatur lag ab einer Stunde nach Behandlungsbeginn wieder im Normalbereich (Tab. 9), während sich die Körperoberflächentemperatur verzögert nor-

Tab. 9: Verlauf der Rektaltemperatur sowie der Herz- und Atemfrequenz während acht Stunden nach Therapiebeginn bei 30 Kühen mit Gebärpause (Gruppen C und D; Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichungen sowie Schwankungsbreiten)

| Stunden nach Therapiebeginn | Rektaltemperatur (°C)             | Atemfrequenz (/min)            | Herzfrequenz (/min)             |
|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| 0                           | 38.10 $\pm$ 0.86<br>(35.6 – 39.8) | 32.87 $\pm$ 8.25<br>(20 – 60)  | 80.67 $\pm$ 15.26<br>(56 – 116) |
| 1                           | 38.36 $\pm$ 0.65<br>(36.7 – 39.3) | 35.60 $\pm$ 13.55<br>(20 – 72) | 85.87 $\pm$ 12.01<br>(64 – 108) |
| 2                           | 38.53 $\pm$ 0.49<br>(37.4 – 39.4) | 34.53 $\pm$ 14.54<br>(20 – 88) | 88.67 $\pm$ 15.55<br>(64 – 132) |
| 3                           | 38.63 $\pm$ 0.35<br>(37.9 – 39.2) | 33.20 $\pm$ 12.30<br>(20 – 76) | 90.73 $\pm$ 16.94<br>(68 – 148) |
| 4                           | 38.63 $\pm$ 0.39<br>(37.7 – 39.2) | 34.27 $\pm$ 12.42<br>(20 – 68) | 87.53 $\pm$ 15.09<br>(68 – 132) |
| 5                           | 38.63 $\pm$ 0.37<br>(37.7 – 39.3) | 34.33 $\pm$ 11.77<br>(20 – 68) | 89.60 $\pm$ 16.50<br>(68 – 148) |
| 6                           | 38.61 $\pm$ 0.37<br>(37.8 – 39.3) | 34.80 $\pm$ 13.04<br>(16 – 68) | 85.53 $\pm$ 15.18<br>(60 – 120) |
| 7                           | 38.55 $\pm$ 0.34<br>(37.7 – 39.1) | 36.53 $\pm$ 13.15<br>(20 – 64) | 87.47 $\pm$ 13.02<br>(72 – 120) |
| 8                           | 38.56 $\pm$ 0.33<br>(37.9 – 39.2) | 35.67 $\pm$ 11.19<br>(20 – 60) | 86.27 $\pm$ 14.00<br>(64 – 136) |

malisierte. Vor der Behandlung war die Körperoberflächentemperatur bei 27 Kühen reduziert. Eine Stunde nach Behandlungsbeginn wiesen immer noch 23 Kühe eine erniedrigte Körperoberflächentemperatur auf, nach zwei Stunden waren es noch zwölf Kühe, nach drei Stunden 14 Kühe und nach vier Stunden zehn Kühe. Bei neun Kühen blieb die Körperoberflächentemperatur über die ganze achtstündige Beobachtungsperiode leichtgradig reduziert. Zwischen den beiden Behandlungsformen bestanden zu keinem Zeitpunkt Unterschiede bezüglich der Körperoberflächentemperatur.

Signifikante Änderungen der Herz- und Atemfrequenz konnten während der Beobachtungsperiode nicht festgestellt werden. Zwischen den beiden Gruppen bestanden keine signifikanten Unterschiede.

### Befunde am Verdauungsapparat

Die Fresslust setzte nach der Behandlung wieder ein bzw. sie nahm wieder zu (Abb. 16). Während sie sich bei 15 Kühen über 8 Stunden normalisierte, blieb sie bei den restlichen 15 Kühen reduziert oder aufgehoben. Auch die Pansenmotorik setzte nach der Behandlung wieder ein. Eine Stunde nach Therapiebeginn zeigte keine Kuh mehr eine Pansenatonie.

Die 25 Kühe, welche zum Zeitpunkt der Erstuntersuchung ohne Kotabsatz waren, setzten im Durchschnitt  $3.16 \pm 1.93$  Stunden nach der Behandlung wieder Kot ab. Bei allen Kühen wurde während der achtstündigen Beobachtungsdauer mindestens einmal Kotabsatz beobachtet. Zwischen den Behandlungsgruppen konnten keine signifikanten Unterschiede bezüglich Fresslust und Kotabsatz festgestellt werden. Jedoch war auffällig, dass die Kühe der Gruppe D nach der Behandlung tendenziell später frassen oder wiederkauten. Die Pansenmotorik war 1 und 2 Stunden nach der Behandlung bei der Gruppe D signifikant geringer als bei der Gruppe C ( $P < 0.05$ ).

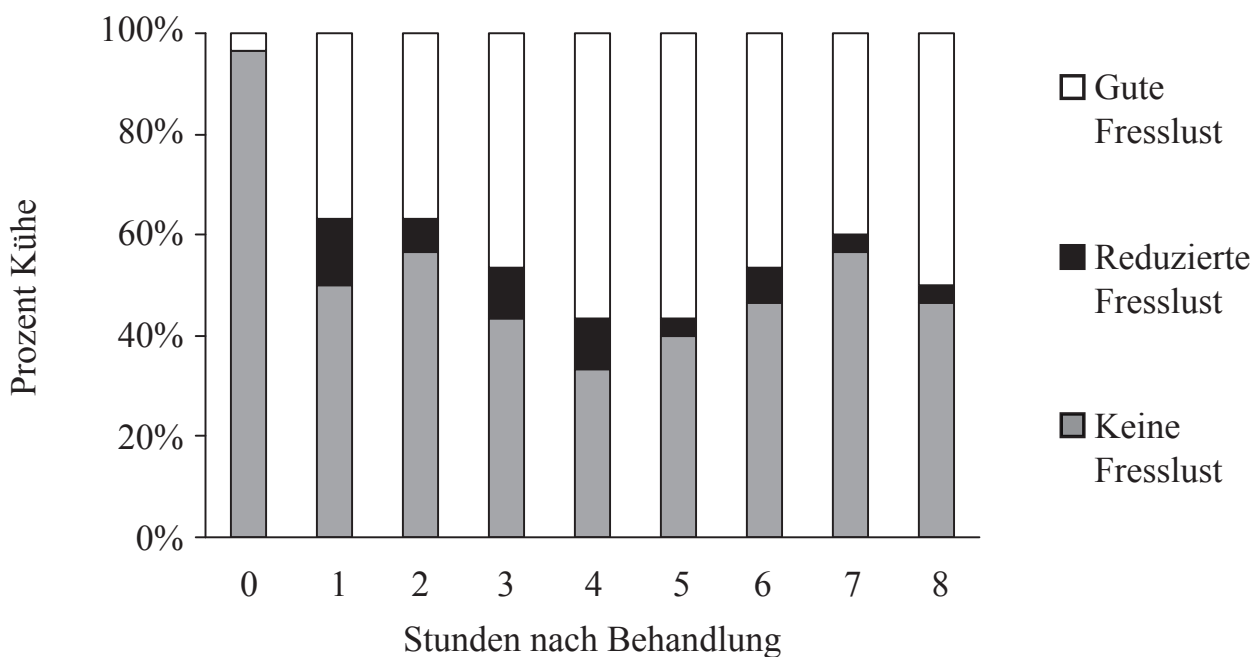


Abb. 16: Veränderung der Fresslust während der achtstündigen Beobachtungsperiode bei 30 Kühen mit Gebärparese

### 6.2.6.1. Aufstehen nach der Behandlung

Zwischen den beiden Behandlungsgruppen bestand kein Unterschied in Bezug auf den Therapieerfolg. Insgesamt standen 22 von 30 Kühen (73.3 %) innerhalb von acht Stunden auf (Abb. 17), davon je elf Kühe jeder Gruppe. Ein Einfluss der beiden Behandlungsarten auf die Zeit bis zum erfolgreichen Aufstehen konnte nicht nachgewiesen werden. Die durchschnittliche Zeit betrug bei den elf Kühen der Gruppe C  $2.54 \pm 1.92$  Stunden und bei den elf Kühen der Gruppe D  $2.64 \pm 1.43$  Stunden.

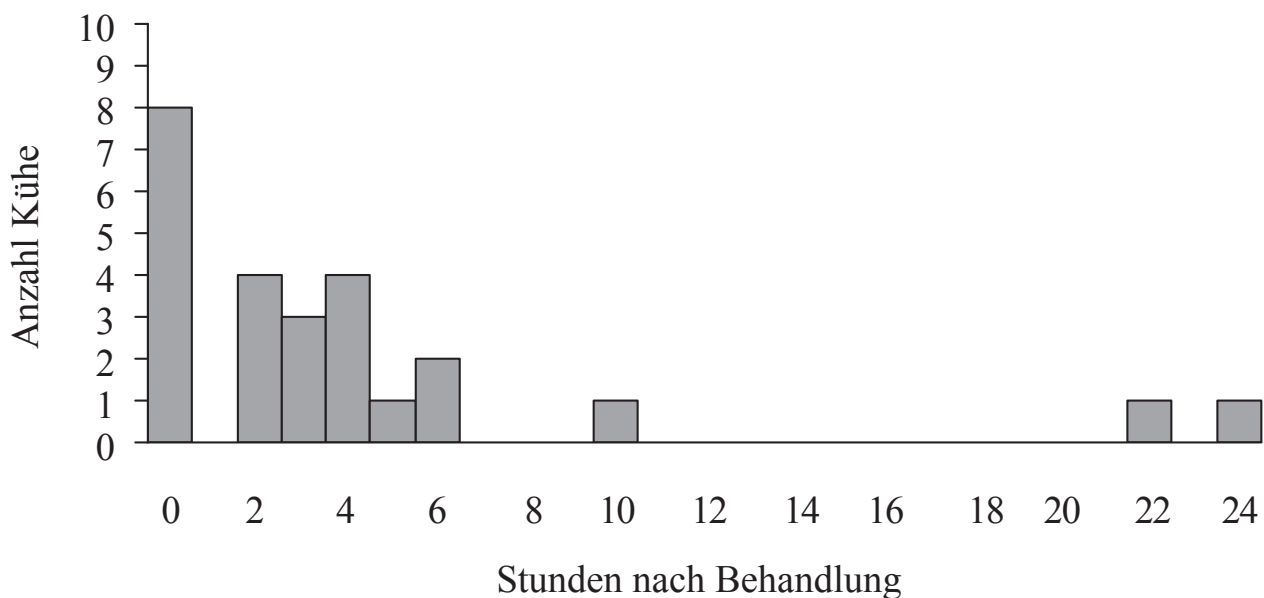


Abb. 17: Zeit bis zum Aufstehen in Stunden bei 30 Kühen mit Gebärparese

### Heilung nach Zweitbehandlung

Alle acht Kühe (Nr. 3, 17, 21, 22, 33, 35, 37, 40), die innerhalb von acht Stunden nach der Behandlung nicht aufstanden, wurden erneut mit einer Kalziumlösung (Calcamyl 40-MP®) behandelt. Davon wurden 300 ml intravenös und 200 ml subkutan verabreicht.

Eine Kuh (Nr. 40) konnte zwei Stunden, eine zweite Kuh (Nr. 3) 14 Stunden und eine dritte Kuh (Nr. 21) 16 Stunden nach der Zweitbehandlung wieder aufstehen. Die anderen fünf Kühe, die acht Stunden nach der Erstbehandlung noch festliegend waren, entwickelten ein Downer-Cow-Syndrom; auf sie wird im folgenden Kapitel näher eingegangen.

Zum Zeitpunkt der ersten Nachbehandlung nach acht Stunden bestanden bei vier Kühen (Nr. 3, 33, 35, 40) wieder bzw. immer noch eine Hypokalzämie und eine Hy-

pophosphatämie, drei Kühe (Nr. 17, 21, 22) wiesen eine alleinige Hypophosphatämie und eine Kuh (Nr. 37) eine alleinige Hypokalzämie auf (Tab. 10). Nach 24 Stunden zeigte noch eine dieser Kühe (Nr. 3) eine gleichzeitige Hypokalzämie und Hypophosphatämie, drei Kühe (Nr. 17, 21, 33) zeigten eine alleinige Hypophosphatämie und drei Kühe (Nr. 35, 37, 40) eine alleinige Hypokalzämie (Tab. 10). Zum Zeitpunkt 48 Stunden wiesen drei Kühe (Nr. 3, 22, 35) eine alleinige Hypokalzämie auf, während nach 72 Stunden vier Kühe (Nr. 3, 21, 35, 37) eine Hypokalzämie aufwiesen und eine Kuh (Nr. 17) von einer Hypophosphatämie betroffen war.

Tab. 10: Einteilung der Kühe aufgrund des Therapieerfolgs und der Elektrolytkonzentrationen 0, 8, 24, 48 und 72 Stunden nach Behandlungsbeginn

|                                   | Stunden nach Behandlung | Innert acht Stunden aufgestanden | Mehrere Behandlungen | Rezidiv         | Downer-Cow-Syndrom |
|-----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------|-----------------|--------------------|
| Hypokalzämie                      | 0                       | 0                                | 0                    | 0               | 0                  |
|                                   | 8                       | 6                                | 0                    | 2 <sup>a</sup>  | 1                  |
|                                   | 24                      | 10                               | 1                    | 2 <sup>a</sup>  | 2                  |
|                                   | 48                      | 10                               | 1                    | 5 <sup>a</sup>  | 2                  |
|                                   | 72                      | 6                                | 2                    | 4 <sup>a</sup>  | 2                  |
| Hypophosphatämie                  | 0                       | 0                                | 0                    | 0               | 0                  |
|                                   | 8                       | 2                                | 1                    | 0               | 2                  |
|                                   | 24                      | 2                                | 1                    | 2 <sup>a</sup>  | 2                  |
|                                   | 48                      | 0                                | 0                    | 0               | 0                  |
|                                   | 72                      | 1                                | 0                    | 0               | 1                  |
| Hypokalzämie und Hypophosphatämie | 0                       | 22                               | 3                    | 11 <sup>a</sup> | 5                  |
|                                   | 8                       | 10                               | 2                    | 7 <sup>a</sup>  | 2                  |
|                                   | 24                      | 8                                | 1                    | 6 <sup>a</sup>  | 0                  |
|                                   | 48                      | 3                                | 0                    | 3 <sup>a</sup>  | 0                  |
|                                   | 72                      | 0                                | 0                    | 0               | 0                  |

<sup>a</sup> Alle Kühe sind auch in der Spalte „Innert acht Stunden aufgestanden“ vertreten

Zum Zeitpunkt 0 unterschieden sich die Konzentrationen der Elektrolyte Kalzium, ionisiertes Kalzium, anorganisches Phosphat und Magnesium der Kühe (n = 22), die innerhalb von acht Stunden aufstanden, und der Kühe (n = 8), die innerhalb von acht Stunden nicht aufstanden, nicht signifikant. In Bezug auf die initiale CK-Aktivität konnte zwischen den beiden Gruppen ebenfalls kein signifikanter Unterschied festgestellt werden (Tab. 11).

Tab. 11: Aktivität der CK vor Therapiebeginn (Medianwert, Schwankungsbreiten) bei 30 Kühen mit Gebärparese mit unterschiedlichem Therapieerfolg

| Behandlungserfolg                              | Aktivität der CK (U/l) |
|--|------------------------|
| Nach einer Behandlung aufgestanden (n = 22)    | 470 (99 - 3985)        |
| Mehrere Behandlungen bis zum Aufstehen (n = 3) | 352 (99 - 483)         |
| Nach dem Aufstehen Rezidiv (n = 11)            | 940 (99 - 4490)        |
| Downer-Cow-Syndrom (n = 5)                     | 608 (405 - 9726)       |

Die Kühe, die ein Downer-Cow-Syndrom entwickelten (n = 5), wiesen vor der Behandlung eine signifikant höhere Creatin-Kinase-Aktivität (Medianwert = 608 U/l, Schwankungsbreite: 405 – 9726 U/l) auf als die Tiere (n = 25), die nicht an einem Downer-Cow-Syndrom erkrankten (Medianwert = 469 U/l, Schwankungsbreite: 99 – 3985 U/l),  $P = 0.01$ .

### Entwicklung eines Downer-Cow-Syndroms

Fünf Kühe (Nr. 17, 22, 33, 35, 37) standen nach einer zweiten Behandlung mit 500 ml Kalziumlösung nicht auf und entwickelten ein Downer-Cow-Syndrom, das heisst, sie waren mehr als 24 Stunden festliegend (RADOSTITS et al., 2007). Diese Kühe wurden weich gebettet, alle sechs Stunden gewendet und teilweise auch mit dem Kuhlift aufgezogen. Neben einer intensiven Betreuung wurden die Elektrolyte entsprechend den Blutwerten ersetzt. Zwei Tiere gehörten der Gruppe C (Nr. 22, 33) und drei Tiere der Gruppe D (Nr. 17, 35, 37) an.

Die Kuh Nr. 17 war eine kleine, gut genährte Fleckvieh-Kuh in der vierten Laktation (Body Condition Score 4 von 5). Die Kuh war trotz Zugehörigkeit zur Gruppe D wiederholt hypophosphatämisch und wurde mehrfach nachbehandelt. Sie benötigte währ-

rend einer Woche Unterstützung mit dem Kuhlift beim Aufstehen bei sonst gutem Allgemeinzustand und erholte sich schliesslich vollständig.

Die Kuh Nr. 22 war eine sechs Jahre alte Holstein-Friesian-Kuh, die Lähmungsercheinungen an der distalen rechten Hintergliedmasse zeigte und in der Folge während fünf Tagen mit dem Frontlader aufgestellt werden musste. Ihre Kalzium- und Phosphorkonzentrationen lagen ab dem Zeitpunkt 24 Stunden im Normalbereich. Auch diese Kuh erholte sich dank guter Pflege schliesslich vollständig.

Bei der Kuh Nr. 33 handelte es sich um eine Braunviehkuh in der 4. Laktation, die initial eine hochgradige Hypokalzämie (0.73 mmol/l) und eine hochgradige Hypophosphatämie (0.30 mmol/l) aufwies. Sie war über Nacht festgelegt und ihr Sensorium war stark getrübt. Die Kuh wurde mehrmals nachbehandelt und wies ab dem Zeitpunkt 24 Stunden nach Behandlung immer eine Normokalzämie und Normophosphatämie auf. Nach fünf Tagen konnte die Kuh immer noch nicht aufgestellt werden, und sie wurde deshalb geschlachtet. Leider konnten die Schlachtbefunde nicht erhoben werden.

Bei der Kuh Nr. 35 handelte es sich um eine kleinere, 6 Jahre alte Fleckviehkuh, welche bis zur Therapie acht Stunden über Nacht festgelegt war. Ihr Allgemeinzustand war hochgradig reduziert und sie lag stuporös in Seitenlage fest. Sie wies mit 0.65 mmol/l Kalzium eine hochgradige Hypokalzämie und mit 0.35 mmol/l anorganischem Phosphat eine hochgradige Hypophosphatämie auf. Die CK-Aktivität war mit 9726 U/l deutlich erhöht. Ab dem Zeitpunkt 24 Stunden lag die anorganische Phosphorkonzentration im Normalbereich, die Kalziumkonzentration konnte jedoch auch mit wiederholten Kalziuminfusionen nie im Normalbereich stabilisiert werden. Die CK-Aktivität stieg bis auf 98'989 U/l; die Kuh konnte zum gleichen Zeitpunkt jedoch im Kuhlift nach erfolgtem Aufstellen selber stehen. Obwohl die CK-Aktivität während der nächsten Tage wieder bis auf 7157 U/l sank, erholte sich die Kuh nicht mehr, und sie musste nach 5 Tagen mit Verdacht auf ein Muskeltrauma euthanasiert werden. Leider wurde die Kuh nicht sezziert.

Die Kuh Nr. 37 war eine Fleckviehkuh in der 4. Laktation, die während fünf Tagen immer wieder mit dem Grosstier-Rettungsnetz aufgestellt und wiederholt mit Kalzium-Präparaten behandelt werden musste. Vor jeder Behandlung wies die Kuh wieder eine Hypokalzämie auf. Interessanterweise konnte sich die Phosphorkonzentration im Gegensatz zur Kalziumkonzentration nach der Initialtherapie immer im normo- oder

hyperphosphatämischen Bereich halten. Die Kuh erholte sich schliesslich vollständig.

### Dauer des Festliegens bis zur Erstbehandlung

Die Dauer des Festliegens bis zur Therapie beeinflusste die Anzahl der Behandlungen nicht. Kühe, welche nach der Erstbehandlung geheilt waren, waren bis zu dieser durchschnittlich  $3.18 \pm 2.44$  Stunden festgelegt. Kühe, welche mehrere Behandlungen benötigten, waren durchschnittlich  $3.24 \pm 1.35$  Stunden festgelegt. Zwischen den beiden Gruppen C und D bestanden weder bezüglich der Zeit von der Geburt bis zum Festliegen noch bezüglich der Dauer des Festliegens bis zur Erstbehandlung signifikante Unterschiede.

### Elektrolytwerte, Creatin-Kinase-Aktivität und Therapieerfolg

Die initialen Konzentrationen des Gesamtkalziums, des ionisierten Kalziums, des anorganischen Phosphats und des Magnesiums sowie die initiale Creatin-Kinase-

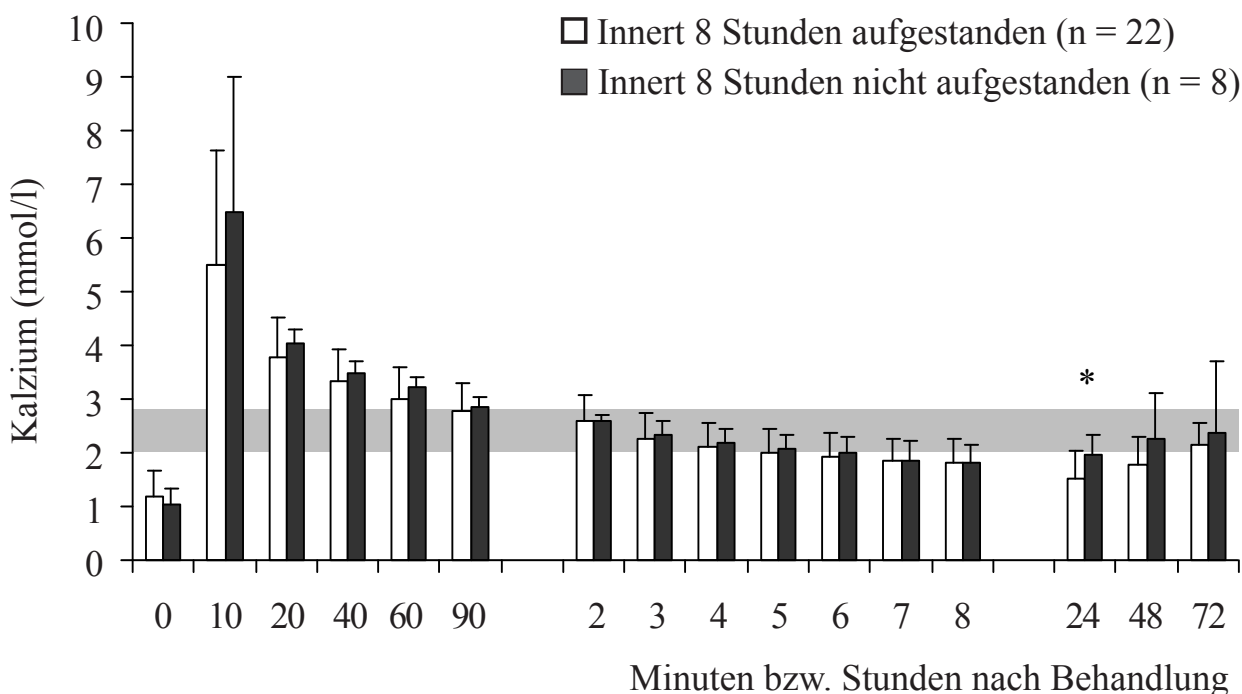


Abb. 18: Verlauf der Gesamtkalziumkonzentration bei 30 Kühen mit Gebärparese, welche innerhalb von acht Stunden aufgestanden bzw. nicht aufgestanden waren. Mittelwerte + Standardabweichungen, \* =  $P < 0.05$ . Der graue Balken markiert den Normalbereich für Kalzium zwischen 2.0 und 2.8 mmol/l.



Aktivität der 22 Tiere, die innerhalb von acht Stunden aufgestanden waren, unterschieden sich nicht signifikant von denjenigen der acht Tiere, die ihre Stehfähigkeit innerhalb von acht Stunden nicht wiedererlangten.

Für den Verlauf des Gesamtkalziums bestand ein signifikanter Unterschied ( $P < 0.05$ ) zwischen den Kühen, die innerhalb von acht Stunden aufgestanden bzw. nicht aufgestanden waren. Der Elektrolytverlauf war bei den ersteren signifikant tiefer als bei den letzteren (GLM) (Abb. 18). Zum Zeitpunkt 24 Stunden war die Konzentration des Gesamtkalziums der Kühe, die nach acht Stunden nicht aufgestanden waren, signifikant höher als bei den Kühen, die innerhalb von acht Stunden aufgestanden waren ( $P < 0.05$ , ANOVA).

Ebenso bestand für den Verlauf des anorganischen Phosphats ein signifikanter Unterschied ( $P < 0.01$ ) zwischen den Kühen, die innerhalb von acht Stunden aufgestanden bzw. nicht aufgestanden waren. Der Elektrolytverlauf war bei den ersteren signifikant höher als bei den letzteren (GLM) (Abb. 19).

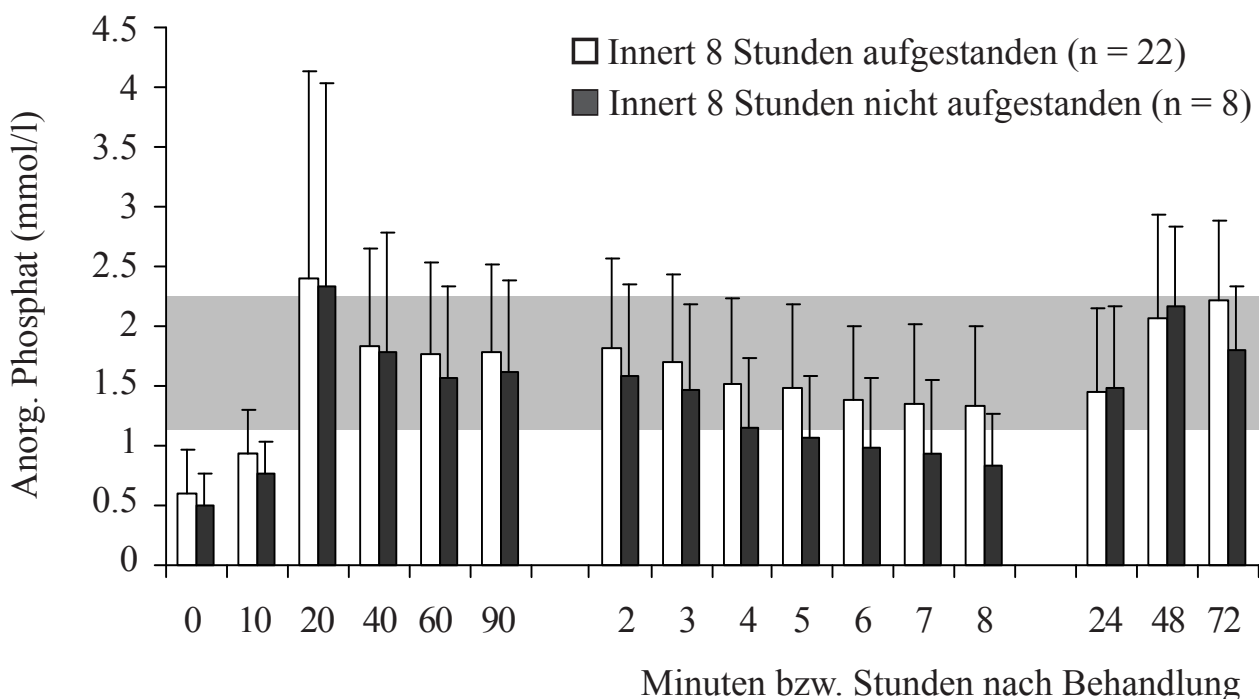


Abb. 19: Verlauf der anorganischen Phosphatkonzentration bei 30 Kühen mit Gebärpapese, welche innerhalb von acht Stunden aufgestanden bzw. nicht aufgestanden waren. Mittelwerte + Standardabweichungen. Der graue Balken markiert den Normalbereich für anorganisches Phosphat zwischen 1.3 und 2.3 mmol/l.

Für die Aktivität der Creatin-Kinase bestand ebenfalls ein signifikanter Unterschied ( $P < 0.01$ ) zwischen den Kühen, die innerhalb von acht Stunden aufgestanden bzw. nicht aufgestanden waren. Die Kühe, die nach acht Stunden immer noch festlagen, wiesen zu den Zeitpunkten 2 bis 8 Stunden ( $P < 0.05$ ) sowie zu den Zeitpunkten 24 bis 72 Stunden ( $P < 0.01$ ) eine signifikant höhere Aktivität der Creatin-Kinase auf als die Kühe, die innerhalb von acht Stunden aufgestanden waren (Abb. 20).

Die Verlaufskurven des ionisierten Kalziums und des Magnesiums unterschieden sich zwischen den beiden Gruppen nicht signifikant.

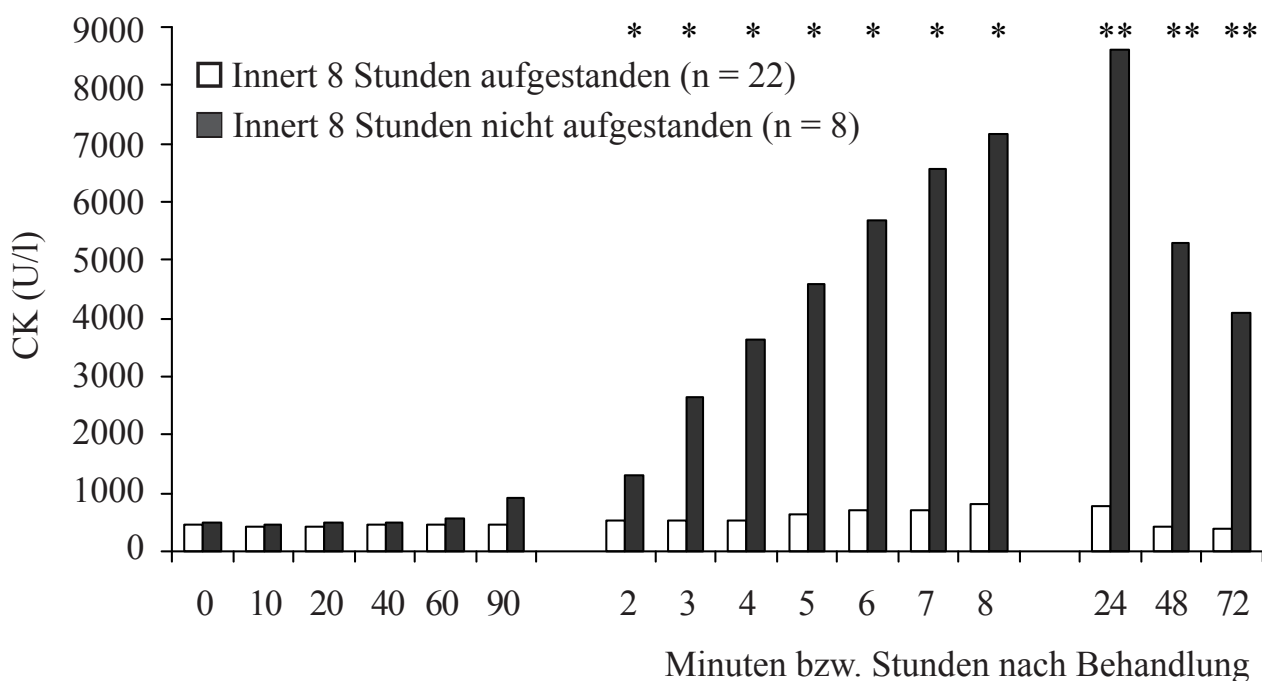


Abb. 20: Verlauf der Creatin-Kinase-Aktivität bei 30 Kühen mit Gebärparese, welche innerhalb von acht Stunden aufgestanden bzw. nicht aufgestanden waren. Medianwerte, \* =  $P < 0.05$ , \*\* =  $P < 0.01$ . Normalbereich für die Creatin-Kinase-Aktivität: 70 bis 169 U/l.

### Rezidive

Von den 22 Kühen, welche nach einer Behandlung aufgestanden waren, entwickelten elf Kühe (Nr. 4, 6, 10, 11, 13, 14, 23, 24, 26, 38, 39) ein Rezidiv. Drei Tiere gehörten zur Gruppe C und acht zur Gruppe D. Davon lagen drei Kühe acht Stunden nach der Erstbehandlung wieder fest und acht Kühe entwickelten das Rezidiv 19 – 24 Stunden

nach der Erstbehandlung. Zwischen den beiden Gruppen bestand kein signifikanter Unterschied bezüglich des Rezidivzeitpunkts und bezüglich des Zeitpunkts der zweiten Behandlung. Sieben Kühe (2 Tiere aus der Gruppe C, 5 Tiere aus der Gruppe D) wiesen zum Zeitpunkt des Rezidivs sowohl eine Hypokalzämie als auch eine Hypophosphatämie auf. Jeweils zwei Kühe zeigten eine Hypokalzämie bzw. eine Hypophosphatämie. Alle Kühe wurden erneut mit einer Kalziumlösung (500 ml Calcalmyl-40MP®) im Sturz behandelt. Mit Ausnahme einer Kuh aus der Gruppe D (Nr. 38) waren alle Kühe nach dieser zweiten Behandlung geheilt. Die Kuh Nr. 38 entwickelte zu den Zeitpunkten acht Stunden und 36 Stunden nach der Erstbehandlung ein Rezidiv und erholte sich dann ebenfalls vollständig.

#### 6.2.6.2. Behandlungserfolg

Der Erstbehandlungserfolg unterschied sich zwischen den beiden Gruppen nicht signifikant ( $P = 0.06$ ). Es bestand aber eine deutliche Tendenz, dass die Kühe der Gruppe C besser auf die Therapie ansprachen als diejenigen der Gruppe D. Von den insgesamt nach einer Behandlung geheilten elf Kühen (37 %) stammten acht Kühe aus der Gruppe C und drei Kühe aus der Gruppe D (Tab. 12). Von den anderen 19 Kühen mussten je drei Kühe aus beiden Gruppen (Nr. 3, 17, 21, 22, 37, 40) wiederholt (zwei- bis sechsmal) behandelt werden, bis sie erstmals aufstehen konnten. Bei drei Kühen der Gruppe C (Nr. 6, 11, 24) und bei acht Tieren der Gruppe D (Nr. 4, 10, 13, 14, 23, 26, 38, 39) kam es zu einem Rezidiv. Diese Kühe mussten mit Ausnahme der Kuh 38 (zwei Nachbehandlungen) einmal nachbehandelt werden. Zwei Kühe (Nr. 33, 35) standen trotz mehrfacher Behandlung nicht auf und mussten getötet werden.

Tab. 12: Behandlungserfolg bei 30 Kühen mit Gebärpause

| Behandlungserfolg                      | Gruppe C | Gruppe D | Total |
|--|----------|----------|-------|
| Nach einer Behandlung geheilt          | 8        | 3        | 11    |
| Mehrere Behandlungen bis zum Aufstehen | 3        | 3        | 6     |
| Nach dem Aufstehen Rezidiv             | 3        | 8        | 11    |
| Nicht aufgestanden                     | 1        | 1        | 2     |

### **Einflüsse auf die Anzahl der erforderlichen Behandlungen**

Die Laktationsnummer und die Milchleistung der letzten Laktation übten einen signifikanten Einfluss auf den Behandlungserfolg aus ( $P < 0.05$ ). Die Anzahl Laktationen und die Milchleistung der vorangehenden Laktation waren bei den Kühen, die innerhalb von acht Stunden aufgestanden waren, signifikant höher ( $5.9 \pm 1.4$  Laktationen,  $8'400 \pm 1'620$  kg Milchleistung) als bei den Kühen, die nach acht Stunden noch festliegend waren ( $4.5 \pm 1.1$  Laktationen,  $7'061 \pm 1'188$  kg Milchleistung).

## 7. DISKUSSION

### 7.1. Tiergruppen A und B: Gesunde Kühe post partum

Mit der Untersuchung an den gesunden Kühen post partum sollte abgeklärt werden, ob und wie die Elektrolytkonzentrationen durch die perorale Verabreichung von Kalzium (Propeller®) beeinflusst werden können und wie die behandelten Tiere klinisch reagieren. Die initialen Serumelektrolytkonzentrationen entsprachen den Angaben für Kühe während des ersten Tages post partum (KRAFT et al., 2005) und waren im hypokalzämischen oder knapp normokalzämischen Bereich zwischen 1.65 und 2.09 mmol/l. Nach der peroralen Verabreichung von Kalziumlaktat (Gruppe B) kam es nach 20 Minuten bis zum Zeitpunkt acht Stunden nach der Behandlung zu keinem signifikanten Anstieg der Kalziumkonzentration. Insbesondere wurde der Normbereich für Kalzium (2.0 bis 2.8 mmol/l) innerhalb der ersten 48 Stunden nicht erreicht. GEISHAUSER et al. (2008) hatte im Gegensatz dazu zehn Minuten bis 24 Stunden nach der Aufnahme des Kalziumtrunks eine signifikante Erhöhung des Blutkalziumspiegels festgestellt. Während bei GEISHAUSER et al. (2008) 72 % aller frisch gekalbten Kühe die Kalziumlösung vollständig ausgetrunken hatten, war dies in der vorliegenden Studie bei zwei von fünf der frisch gekalbten Kühe der Fall – bei allen anderen Kühen musste die Lösung zumindest teilweise mit der Schlundsonde eingegeben werden. Eine mögliche Erklärung für diese Beobachtung könnte die Tatsache sein, dass in der vorliegenden Dissertation die meisten Kühe nicht unmittelbar nach der Geburt, sondern bis zu einer Stunde post partum untersucht worden sind. Es kann mit grosser Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden, dass die Kühe zwischen der Geburt und der Verabreichung der Kalziumlösung Wasser aufnehmen konnten, da die Tränkebecken mit Tesa-Band abgedeckt wurden.

Der Verlauf der Phosphatkurven der zwei Gruppen A und B war signifikant unterschiedlich ( $P < 0.01$ ). Die anorganischen Phosphatkonzentrationen der mit Kalziumlaktat behandelten Kühe waren zu den Zeitpunkten 6, 7, 8 und 24 Stunden nach der Behandlung signifikant tiefer als diejenigen der Kontrolltiere. Der Kalziumtrunk hatte also neben der ausbleibenden Wirkung auf den Kalziumspiegel den unerwünschten Nebeneffekt einer signifikant erniedrigten Phosphorkonzentration zu den oben erwähnten Zeitpunkten. Möglicherweise ist eine Störung der Kalzium-Phosphor-

Homöostase durch die exogene orale Zufuhr von Kalziumlaktat eine Erklärung für diese Beobachtung. GEISHAUSER et al. (2008) beschrieben den Verlauf der Phosphorkonzentration nach oraler Verabreichung von Kalziumlaktat nicht. In der Literatur sind keine Arbeiten zu finden, die sich mit der Behandlung von Milchkühen mit Kalziumlaktat befassen.

## **7.2. Tiergruppen C und D: Kühe mit Gebärparese**

### **7.2.1. Spezielle Anamnese**

SALIS (2002) und JEHLE (2004) stellten fest, dass Kühe, die innerhalb von 8 Stunden nach der Behandlung aufstanden, bis zur Therapie signifikant weniger lang festgelegt waren ( $2.5 \pm 1.20$  bzw.  $3.6 \pm 1.34$  Stunden) als Kühe, die erst nach mehrfacher Behandlung aufstanden ( $4.6 \pm 2.70$  bzw.  $5.9 \pm 4.0$  Stunden). In der vorliegenden Untersuchung lagen jedoch die Kühe, die mehrere Behandlungen benötigten, nicht signifikant länger fest ( $3.24 \pm 1.35$  Stunden) als die Kühe, die nach der ersten Behandlung aufgestanden waren ( $3.18 \pm 2.44$  Stunden). Diese Resultate bestätigen die Beobachtungen von ZULLIGER (2008) ( $5.4 \pm 1.90$  Stunden bzw.  $4.5 \pm 2.70$  Stunden). Im Gegensatz zu den Arbeiten von SALIS (2002) und JEHLE (2004) wurden in dieser Dissertation ebenso wie bei ZULLIGER (2008) keine Tiere in die Untersuchungen eingeschlossen, die vor der Behandlung mehr als 12 Stunden festgelegt waren.

### **7.2.2. Klinische Befunde**

Wie in den früheren Arbeiten beschrieben (SALIS, 2002; JEHLE, 2004; DUMELIN, 2005; ZULLIGER, 2008), korrelierten verschiedene klinische Befunde mit dem Serumkalziumgehalt. Kühe mit hochgradig reduziertem Allgemeinbefinden, getrübttem Sensorium und Kühe in Seitenlage wiesen signifikant tiefere Kalziumwerte auf ( $P < 0.01$ ) als Kühe mit nur wenig reduziertem Allgemeinbefinden und kaum getrübttem Sensorium und Kühe in Brustlage. Ebenso war die Kalziumkonzentration bei Kühen mit einer Rektaltemperatur unter  $38.4\text{ °C}$  signifikant tiefer ( $P < 0.01$ ) als die von Kühen mit einer Körpertemperatur von  $38.4\text{ °C}$  und mehr.

### **7.2.3. Initiale Elektrolytkonzentrationen im Blutserum**

Der Ausgangswert des Gesamtkalziums lag bei  $1.13 \pm 0.43\text{ mmol/l}$ , des ionisierten

Kalziums bei  $0.65 \pm 0.25$  mmol/l, des anorganischen Phosphats bei  $0.57 \pm 0.34$  mmol und des Magnesiums bei  $1.31 \pm 0.25$  mmol/l. Diese Initialwerte entsprachen den Vergleichswerten aus früheren Untersuchungen im gleichen Praxisgebiet, welche zwischen 1.00 und 1.20 mmol/l Kalzium, 0.55 und 0.67 mmol/l ionisiertem Kalzium, 0.39 und 0.52 mmol/l anorganischem Phosphat und 1.20 und 1.24 mmol/l Magnesium schwankten (SALIS, 2002; JEHLE, 2004; DUMELIN, 2005; ZULLIGER, 2008).

Festliegende Kühe, denen zur Prophylaxe gegen Gebärpause Vitamin D<sub>3</sub> injiziert worden war (n = 6), wiesen im Vergleich zu Kühen ohne Vitamin-D<sub>3</sub>-Prophylaxe (n = 24) einen tendenziell höheren Kalziumspiegel (P = 0.06) auf.

Die Diskussion der initialen Elektrolytkonzentrationen erfolgte in der Dissertation von ZULLIGER (2008).

#### **7.2.4. Verlauf der Elektrolytkonzentrationen nach Behandlung**

##### **7.2.4.1. Kalzium**

Der Verlauf der Kalziumkonzentration nach einer alleinigen Verabreichung von Kalzium oder nach einer kombinierten Verabreichung von Kalzium und Natriumphosphat wurde bereits in den Dissertationen von DUMELIN (2005) und ZULLIGER (2008) ausführlich diskutiert. DUMELIN (2005) hatte bei Kühen mit Gebärpause nach einer kombinierten Behandlung, bestehend aus einer Kalziuminfusion und einer oralen Verabreichung von Natriumphosphat, festgestellt, dass die Kalziumkonzentrationen bis zwei Stunden nach der Therapie erhöht und ab fünf Stunden nach der Therapie wieder vermindert waren. Erst 72 Stunden nach der Behandlung stabilisierte sich die Kalziumkonzentration im Normalbereich. ZULLIGER (2008) verabreichte den festliegenden Kühen Kalzium und Natriumphosphat intravenös; bis eine Stunde nach der Therapie lagen zu hohe und wie bei DUMELIN (2005) ab fünf Stunden nach der Behandlung wieder zu tiefe Kalziumkonzentrationen vor. Nach 48 bis 72 Stunden waren die Kalziumkonzentrationen wieder im Normalbereich.

In der vorliegenden Studie wurde die Hälfte der Kühe mit Gebärpause (Gruppe D) mit Kalzium und Natriumphosphat intravenös und mit Kalziumlaktat und Natriumphosphat peroral behandelt. Die Resultate bestätigen die Ergebnisse von DUMELIN (2005) und ZULLIGER (2008): Bis zu einer Stunde nach der Therapie lag eine Hyperkalzämie, ab fünf Stunden nach der Therapie eine Hypokalzämie und erst nach 72



Stunden wieder eine Normokalzämie vor. Daraus lässt sich ableiten, dass das in der vorliegenden Dissertation peroral verabreichte Kalziumlaktat die Kalziumkonzentration nicht zu beeinflussen vermochte. Für die Kalziumkonzentration scheint es auch keine Rolle zu spielen, ob das Natriumphosphat peroral wie bei DUMELIN (2005) oder intravenös wie bei ZULLIGER (2008) verabreicht wird.

#### **7.2.4.2. Anorganisches Phosphat**

Der Verlauf der anorganischen Phosphatkonzentration nach einer alleinigen Verabreichung von Kalzium oder nach einer kombinierten Verabreichung von Kalzium und Natriumphosphat wurde bereits in den Dissertationen von DUMELIN (2005) und ZULLIGER (2008) ausführlich diskutiert.

Neu war in der vorliegenden Dissertation die perorale Verabreichung von Kalziumlaktat (Propeller®) an die Kühe der Gruppe D. In dieser Gruppe kam es im Anschluss an die Behandlung innerhalb von 10 Minuten zu einem signifikanten Anstieg der Phosphatkonzentration von 0.48 auf 3.79 mmol/l. Die Kühe waren während 20 Minuten hyperphosphatämisch. Anschliessend sanken die Phosphatwerte über acht Stunden kontinuierlich ab, nie jedoch unter den Referenzbereich. Somit konnten nach der Behandlung über die gesamte Versuchsdauer normale Phosphatkonzentrationen aufrecht erhalten werden. Bei DUMELIN (2005) kam es nach oraler Verabreichung von 350 g Natriumdihydrogenphosphat zu einem langsamen Anstieg der Phosphatkonzentration, wobei nach 60 Minuten Normalwerte erreicht wurden. Danach wurden über die restlichen acht Stunden der Überwachungsphase physiologische Phosphatwerte aufrechterhalten, und auch zu den Zeitpunkten 24, 48 und 72 Stunden nach der Behandlung lagen normale Phosphorkonzentrationen vor. Bei ZULLIGER (2008) waren alle Kühe unmittelbar nach der Behandlung für bis zu zehn Minuten hyperphosphatämisch; drei bis fünf Stunden nach der Behandlung waren die anorganischen Phosphatkonzentrationen jedoch wieder erniedrigt. Ab dem Zeitpunkt 24 Stunden nach der Behandlung lagen wieder normale Phosphorkonzentrationen vor. Die in der vorliegenden Arbeit untersuchte kombinierte intravenöse und perorale Verabreichung von Natriumphosphat bewirkt folglich wie erhofft (vergleiche 3. Kapitel, Einleitung und Zielsetzung) ein schnelles (wie bei ZULLIGER, 2008) und dauerhaftes (wie bei DUMELIN, 2005) Ansteigen der Phosphorkonzentration.



Die Verlaufskurve der Phosphatkonzentration der Gruppe D war signifikant unterschiedlich zur Verlaufskurve der Kontrollgruppe C ( $P < 0.01$ ). Die anorganischen Phosphatkonzentrationen der Gruppe D waren zu den Zeitpunkten 20, 40, 60 und 90 Minuten sowie 2, 3 und 4 Stunden signifikant höher als diejenigen der Gruppe C ( $P < 0.01$ ).

#### **7.2.4.3. Magnesium**

In Bezug auf den Verlauf der Magnesiumkonzentration wird auf die Diskussion in den Dissertationen von SALIS (2002) und JEHLE (2004) verwiesen.

#### **7.2.5. Fraktionelle Exkretion von Kalzium, Phosphor und Magnesium mit dem Harn**

Die fraktionelle Exkretion von Kalzium, Phosphor und Magnesium mit dem Harn nach Verabreichung von Kalzium und Natriumphosphat wurde bereits in den Dissertationen von DUMELIN (2005) und ZULLIGER (2008) ausführlich diskutiert.

#### **7.2.6. Klinischer Verlauf**

##### **Aufstehen nach Infusionsbeginn**

22 Kühe (73.3 %), 11 Tiere der Gruppe C und 11 Tiere der Gruppe D, standen innerhalb von acht Stunden nach der Behandlung auf. Dieses Ergebnis ist etwas besser als dasjenige in der Arbeit von ZULLIGER (2008) mit 66.6 % und entspricht ziemlich genau den Behandlungserfolgen von SALIS (2002), JEHLE (2004), DUMELIN (2005) und SIEGWART und NIEDERER (2005) mit 70 bis 73.5 %, welche im gleichen Praxisgebiet erhoben wurden.

Wie in den Arbeiten von SALIS (2002), JEHLE (2004) und ZULLIGER (2008) konnte in dieser Untersuchung kein Zusammenhang zwischen der initialen Elektrolytkonzentration und dem Therapieerfolg innerhalb der ersten acht Stunden festgestellt werden. Ebenso gab es bezüglich der initialen Creatin-Kinase-Aktivität keinen signifikanten Unterschied zwischen den zwei Gruppen C und D.

Der Verlauf des Gesamtkalziums war bei den Kühen, die innerhalb von acht Stunden aufgestanden waren, im Anschluss an die Therapie signifikant ( $P < 0.05$ ) tiefer als bei den Kühen, die nach acht Stunden noch festlagen. Zum Zeitpunkt 24 Stunden nach

der Initialbehandlung war die Konzentration des Gesamtkalziums der Kühe, die nach acht Stunden ihre Stehfähigkeit noch nicht wieder erlangt hatten, signifikant höher ( $P < 0.05$ ). Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, dass diese Tiere acht Stunden nach der ersten Therapie noch einmal mit einer Kalziuminfusion behandelt worden waren.

Der Verlauf des anorganischen Phosphats war bei denjenigen Kühen, die innerhalb von acht Stunden aufgestanden waren, im Anschluss an die Therapie signifikant ( $P < 0.01$ ) höher als bei den Kühen, die nach acht Stunden ihre Stehfähigkeit nicht wiedererlangt hatten. Diese Beobachtung konnte auch von SALIS (2002), DUMELIN (2005) und ZULLIGER (2008) erhoben werden. Andere Autoren betonten, dass der Phosphatspiegel bei verzögertem Ansprechen auf die Therapie häufig ungenügend normalisiert werden konnte (OETZEL, 1988; CHENG et al., 1998; GOFF, 2004; JEHLE, 2004). Die vorliegenden Ergebnisse zeigen allerdings, dass mit der intravenösen und peroralen Verabreichung von Natriumphosphat keine besseren Therapieerfolge erzielt werden konnten, obschon sich der Phosphatspiegel 40 Minuten nach der Natriumphosphat-Infusion dauerhaft im Normalbereich stabilisieren konnte. Bei hochgradiger Hypophosphatämie wird von verschiedenen Autoren eine Natriumphosphat-Infusion empfohlen (FORRESTER und MORELAND, 1989; CHENG et al., 1998; VISSER'T HOOFT et al. 2005). ZULLIGER (2008) hatte gezeigt, dass bei Kühen mit Gebärpause mit einer Natriumphosphat-Infusion die Konzentration des anorganischen Phosphats schnell, jedoch nicht dauerhaft angehoben werden kann. Aus diesem Grund wurde in der vorliegenden Arbeit das Natriumphosphat kombiniert intravenös und peroral verabreicht, in der Hoffnung, dass die Phosphatkonzentration schnell und dauerhaft im Normalbereich stabilisiert werden kann.

Für den Verlauf der Aktivität der Creatin-Kinase bestand ein signifikanter Unterschied ( $P < 0.01$ ) zwischen den Kühen, die innerhalb von acht Stunden aufgestanden bzw. nicht aufgestanden waren. Bei den Kühen, die nach acht Stunden noch festlagen, stieg die Creatin-Kinase-Aktivität zwei Stunden nach der Erstbehandlung stark an.

Von den vier Kühen der Gruppe C, die innerhalb von acht Stunden nicht aufgestanden waren, wiesen nach acht Stunden zwei Kühe sowohl eine Hypokalzämie als auch eine Hypophosphatämie auf. Zwei weitere Kühe hatten eine alleinige Hypophosphatämie.

Die Elektrolytwerte konnten also nicht dauerhaft korrigiert werden. Von den vier Kühen der Gruppe D, die innerhalb von acht Stunden nicht aufgestanden waren, wies eine Kuh nach acht Stunden eine Hypokalzämie und eine Hypophosphatämie auf, zwei Kühe hatten eine alleinige Hypokalzämie und bei einer Kuh wurde eine alleinige Hypophosphatämie nachgewiesen. Auch bei diesen Tieren konnten die Kalzium- und Phosphatwerte nicht dauerhaft im Normalbereich stabilisiert werden.

Zusammenfassend muss festgehalten werden, dass bei drei der acht Kühe der Gruppen C und D, die innerhalb von acht Stunden nach Therapie nicht aufstehen konnten, weder die Kalziumwerte noch die Phosphatwerte über acht Stunden in den Normalbereich angehoben worden waren.

Die 22 Kühe, die innerhalb von acht Stunden nach der Behandlung aufstanden, wiesen nach acht Stunden einen tendenziell deutlich höheren Phosphatspiegel auf ( $1.34 \pm 0.66$  mmol/l;  $P = 0.06$ ) als die acht Kühe, die innerhalb von acht Stunden nicht aufstanden ( $0.84 \pm 0.43$  mmol/l). Von den 22 Kühen wiesen drei Kühe sowohl eine Normokalzämie als auch eine Normophosphatämie, drei Kühe eine alleinige Normokalzämie, fünf Kühe eine alleinige Normophosphatämie, eine Kuh eine Hypokalzämie mit einer Hyperphosphatämie und zehn Kühe eine Hypokalzämie und eine Hypophosphatämie auf. Von diesen Kühen wiesen somit 27 % normale Kalziumwerte und 36 % normale Phosphatwerte auf.

Die Kühe, die innerhalb von acht Stunden aufstanden, wiesen häufiger eine Normokalzämie und noch öfter eine Normophosphatämie auf als Kühe, die innerhalb von acht Stunden nicht aufstanden. Das zeigt, dass Kühe, die ihren Phosphatspiegel normalisieren konnten, bessere Heilungschancen hatten, als Kühe, bei denen dies nicht der Fall war. Das Ziel jeder Gebärparese-Behandlung muss es somit sein, sowohl die Kalzium- als auch die anorganische Phosphatkonzentration schnell und dauerhaft im jeweiligen Normalbereich zu stabilisieren. Wie in der vorliegenden Arbeit gezeigt wurde, kann die Phosphatkonzentration durch die Kombination der intravenösen und peroralen Natriumphosphatgabe schnell und dauerhaft im Normalbereich stabilisiert werden. Leider konnte damit der Therapieerfolg bei der Behandlung der Gebärparese nicht verbessert werden, insbesondere wohl vor allem deshalb nicht, weil bei den mit dem neuen Therapie-Ansatz behandelten Kühen (Gruppe D) die Kalziumkonzentration tendenziell bis zum Zeitpunkt 24 Stunden nach Behandlung

tiefer war als bei den Kontroll-Tieren (Gruppe C). Aus diesem Grunde wäre es wünschenswert, über ein oral zu verabreichendes Kalzium-Präparat zu verfügen, mit dem auch die Kalziumkonzentration dauerhaft im Normalbereich stabilisiert werden kann – ein initiales schnelles Ansteigen der Kalziumkonzentration ist durch die intravenöse Verabreichung eines Kalziumpräparates (Standardtherapie der Gebärpause) bereits gewährleistet. Das in dieser Studie bei der Gruppe D eingesetzte orale Kalziumlaktat (Propeller®) vermochte die Kalziumkonzentration nicht anzuheben. Bei der Untersuchung der zehn gesunden, frisch gekalbten Kühe (Gruppen A und B) war bei den mit Kalziumlaktat behandelten Kühen während der ersten acht Stunden nach Behandlung eine tendenziell (jedoch nicht signifikant) höhere Kalziumkonzentration festgestellt worden. Gleichzeitig wiesen die Kühe der Behandlungsgruppe B jedoch stets tiefere Phosphatwerte als diejenigen der Kontrollgruppe A auf – diese Unterschiede waren sechs, sieben, acht und 24 Stunden nach der Behandlung signifikant ( $P < 0.05$ ). Auf die Phosphatkonzentration der Gruppe D wirkte sich das Kalziumlaktat vermutlich nicht negativ aus. Zu beachten ist dabei jedoch, dass den Kühen der Gruppe D sowohl intravenös als auch peroral Natriumphosphat verabreicht worden war, und dass die Tiere damit die Möglichkeit bekamen, einen allenfalls durch die Verabreichung von Kalziumlaktat induzierten tieferen anorganischen Phosphatspiegel zu kompensieren.

Es war auffällig, dass die Kühe der Gruppe D nach der Behandlung tendenziell später frassen oder wiederkauten – ein Befund, der sich einerseits mit dem Stress der Kühe durch das Eingeben mit der Schlundsonde und andererseits mit dem durch die Eingabe von 20 Litern Kalziumlaktat und einem halben Liter Natriumphosphat grösseren Panseninhalt erklären könnte. Diese Beobachtung unterstützt die Tatsache, dass die Pansenperistaltik eine Stunde und zwei Stunden nach der Behandlung bei der Gruppe D im Vergleich zur Gruppe C signifikant vermindert war ( $P < 0.05$ ).

### **Nach einmaliger Behandlung geheilte Kühe**

11 (37 %) der postpartal festliegenden Kühe konnten mit einer einmaligen Behandlung geheilt werden. Dies liegt deutlich unter den Ergebnissen von SALIS (2002), JEHL (2004) und DUMELIN (2005) mit je 46.7 %, ZULLIGER (2008) mit 56.7 %, BOSTEDT et al. (1979) mit 66.0 %, LESCH et al. (2006) mit 66.5 % und SIEGWART

und NIEDERER (2005) mit 73.5 %. In der vorliegenden Arbeit standen innerhalb von acht Stunden nach der Behandlung 22 Kühe auf – ein Resultat, das die Untersuchungen von SALIS (2002), JEHLE (2004), DUMELIN (2005) und ZULLIGER (2008) mit jeweils 20 bis 22 Kühen, die innerhalb von acht Stunden ihr Stehvermögen wieder erreicht hatten, bestätigt. Eine hohe Rezidivrate in der vorliegenden Arbeit erklärt, weshalb nur 37 % der Kühe mit einer Behandlung geheilt werden konnten. Auf die Rezidive wird später näher eingegangen. Zwischen den Gruppen C und D wurden bezüglich des Erstbehandlungserfolgs tendenziell Unterschiede ( $P = 0.06$ ) festgestellt. Während in der Gruppe C acht Kühe nach einer Behandlung geheilt waren, war dies in der Gruppe D nur bei drei Tieren der Fall.

ZULLIGER (2008) hatte gezeigt, dass eine Natriumphosphat-Infusion bei der Erstbehandlung zu keinem verbesserten Ansprechen auf die Therapie führte. In der vorliegenden Untersuchung wurde eine Kombination aus einer intravenösen und einer peroralen Natriumphosphat-Behandlung verwendet. Auch diese Therapie führte zu keinem besseren Ansprechen auf die Erstbehandlung, obwohl sich mit diesem Ansatz die Phosphorkonzentration nach der Therapie stets im Normalbereich halten konnte. Auffallend war, dass der Phosphatverlauf bei Kühen, die innerhalb von acht Stunden aufgestanden waren, signifikant höher war als derjenige der Kühe, die innerhalb von acht Stunden nicht aufgestanden waren. Damit konnte die Aussage von SIEGWART und NIEDERER (2005) bestätigt werden, dass bei Kühen mit schlechtem Ansprechen auf die Kalziumtherapie der verzögerte Anstieg des Phosphats im Serum einen Hinweis auf eine gestörte Kalzium-Phosphat-Regulation gibt. Auch die Ansicht von GOFF (2000) wird unterstützt, wonach der Phosphatverlauf ein Indikator für den Therapieerfolg ist. Die Gesamtheilungsrate von 93.3 % liegt im Rahmen der Untersuchungen von anderen Autoren (SALIS, 2002; JEHLE, 2004; DUMELIN, 2005; SIEGWART und NIEDERER, 2005; ZULLIGER, 2008). Sie stimmt auch mit den Angaben von MARTIG (2002) überein, dass 5 bis 10 % der festliegenden Kühe wegen therapieresistentem Festliegen eingehen oder getötet werden müssen. RADOSTITS et al. (2007) schätzten die Abgangsrate wegen Gebärparese sogar auf bis zu 14 %.

## **Heilung nach Zweitbehandlung**

Weder die initialen Phosphat- noch die Kalziumkonzentrationen derjenigen Tiere, die die Stehfähigkeit erst nach zweimaliger Behandlung wieder erlangten, waren signifikant tiefer als diejenigen der nur einmal behandelten Kühe. Somit konnte die Beobachtung von DUMELIN (2005), wonach Kühe, die zwei Behandlungen benötigten, tiefere Kalziumausgangskonzentrationen aufwiesen, nicht nachvollzogen werden. Die vorliegende Arbeit bestätigt in dieser Hinsicht die Resultate von ZULLIGER (2008). Auch die Beobachtung von JEHLE (2004) und DUMELIN (2005), dass Kühe, die eine zweite Behandlung benötigten, signifikant höhere initiale Creatin-Kinasewerte aufwiesen, konnte in dieser Untersuchung wie auch in der Arbeit von ZULLIGER (2008) nicht nachvollzogen werden.

## **Rezidive**

In der vorliegenden Untersuchung kam es bei elf Kühen (40 %) zu einem Rezidiv. Damit traten deutlich mehr Rezidive auf als in den vorhergehenden Dissertationen mit Rezidivraten von 20 % (DUMELIN, 2005) und 23.3 % (JEHLE, 2004). Bei ZULLIGER (2008) erkrankte nur eine Kuh (3.7 %) an einem Rezidiv. Andere Autoren (OETZEL, 1988; MARTIG, 2002) berichteten von Rezidivraten zwischen 23 und 40 %.

Die Rezidivrate war bei der Gruppe D mit acht von einem Rezidiv betroffenen Kühen signifikant ( $P < 0.05$ ) höher als bei der Gruppe C mit drei Tieren. Auch wenn die 6 Kühe (4 Kühe aus der Gruppe D, 2 Kühe aus der Gruppe C; davon 2 Kühe aus der Gruppe D mit Rezidiv), die vor der Geburt prophylaktisch mit Vitamin D<sub>3</sub> behandelt worden waren, aus der Statistik ausgeschlossen werden, bleibt der signifikante Unterschied zwischen den beiden Gruppen C und D bestehen. Ein möglicher Grund für das signifikant häufigere Auftreten von Rezidiven in der Gruppe D könnte eine durch die exogene Zufuhr von Natriumphosphat und Kalzium gestörte, langsamer einsetzende Kalzium-Phosphor-Homöostase der Kühe der Gruppe D sein. Bei den Kühen der Gruppe C bestanden zum Zeitpunkt des Rezidivs zweimal sowohl eine Hypokalzämie als auch eine Hypophosphatämie (Nr. 6 und 11) und einmal eine alleinige Hypophosphatämie (Nr. 24). Fünf Kühe der Gruppe D wiesen zum Zeitpunkt des Rezidivs zu tiefe Kalzium- und Phosphatspiegel auf (Nr. 4, 13, 14, 38, 39), während zwei Kühe



eine alleinige Hypokalzämie (Nr. 23, 26) zeigten; eine Kuh litt unter einer alleinigen Hypophosphatämie (Nr. 10).

Die Aktivität der Creatin-Kinase war bei den Kühen mit Rezidiv vor der Initialbehandlung im Gegensatz zu den Untersuchungen von JEHLÉ (2004), DUMELIN (2005) und ZULLIGER (2008) nicht signifikant höher als bei den Kühen, die nach einmaliger Therapie geheilt waren.

### **Downer-Cow-Syndrom**

Bei 16.7 % der festliegenden Kühe kam es zum Entstehen eines Downer-Cow-Syndroms. Bei SALIS (2002), JEHLÉ (2004), DUMELIN (2005) und ZULLIGER (2008) entwickelten jeweils 13.3 % ein Downer-Cow-Syndrom. Während von JEHLÉ (2004) drei der vier Kühe mit Downer-Syndrom geheilt werden konnten, mussten in den Untersuchungen der anderen drei Autoren drei von vier Kühen getötet oder geschlachtet werden. In der vorliegenden Arbeit konnten drei der fünf Downer Cows erfolgreich therapiert werden. Die Fälle von Downer-Cow-Syndrom verdeutlichen die enorme Wichtigkeit des Managements bei postpartalen Kühen (MARTIG, 2002). Denn mit guter Überwachung, Prophylaxe mit Ergänzungsfuttermitteln, einer rutschfesten Unterlage (wenn möglich in einer Abkalbebox) und dem Anbringen von Fussfesseln könnten deutlich mehr Kühe mit Gebärpause geheilt werden.

### **Vergleich der zwei Therapieansätze**

Die Untersuchungen belegen, dass die intravenöse und perorale Verabreichung von Natriumphosphat bei Kühen mit Gebärpause infolge von Hypokalzämie und Hypophosphatämie den Phosphatspiegel schnell und dauerhaft anheben kann. Nach Sturzinfusion der Phosphatlösung wurde über 20 Minuten eine Hyperphosphatämie beobachtet. In der Folge sank der Phosphatspiegel bis zum Zeitpunkt acht Stunden nach Behandlung langsam und kontinuierlich ab, vermochte sich jedoch immer im normophosphatämischen Bereich zu halten und stabilisierte sich schliesslich im Normalbereich. Während der gesamten Untersuchungsperiode war die Phosphatkonzentration der Gruppe D höher als diejenige der Gruppe C.

Im Gegensatz zur anorganischen Phosphatkonzentration gelang es in der vorliegenden Studie nicht, die Kalziumkonzentration dauerhaft im Normalbereich zu stabilisieren.

Bis zu einer Stunde nach der Therapie lag eine Hyperkalzämie, ab fünf Stunden eine Hypokalzämie und erst nach 72 Stunden wieder eine Normokalzämie vor. Daraus lässt sich ableiten, dass das in der vorliegenden Dissertation peroral verabreichte Kalziumlaktat die Kalziumkonzentration nicht zu beeinflussen vermochte.

Trotz der positiven Auswirkung auf den Serumphosphatgehalt resultierte aus diesem Behandlungsansatz schliesslich eine Verschlechterung des Therapieerfolgs, und so lag die Erfolgsrate der mit Natriumphosphat behandelten Gruppe nach einmaliger Behandlung bei 20 %. Dieser Wert liegt deutlich unter dem Erstbehandlungserfolg im Bereich von 50 % aus der Kontrollgruppe C sowie aus früheren Untersuchungen (SALIS, 2002; JEHLE, 2004; DUMELIN, 2005; ZULLIGER, 2008).

### **Aussicht**

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, mit einem neuen Behandlungsansatz, bestehend aus der intravenösen Verabreichung von Kalziumborogluconat und Natriumdihydrogenphosphat sowie der peroralen Verabreichung von Kalziumlaktat und Natriumdihydrogenphosphat ein schnelles und dauerhaftes Ansteigen der Kalzium- und der anorganischen Phosphatkonzentration bei Kühen mit Gebärparese zu erreichen. Bezüglich des anorganischen Phosphats wurde dieses Ziel erreicht. Die Kalziumkonzentration konnte jedoch nur kurzfristig in den Normalbereich gebracht werden. Aus diesem Grunde wäre es wünschenswert, über ein oral zu verabreichendes Kalziumpräparat zu verfügen, mit dem auch die Kalziumkonzentration dauerhaft im Normalbereich stabilisiert werden kann.



## 8. LITERATURVERZEICHNIS

ANDERSEN, P. (2003): Udder insufflation of cows with parturient paresis: A forgotten treatment with a bright future? *Acta Vet. Scand. Suppl.* 97, 75.

BOSTEDT, H., V. WENDT und R. PRINZEN (1979): Zum Festliegen des Milchrindes im peripartalen Zeitraum - klinische und biochemische Aspekte. *Prakt. Tierarzt* 60, 18-34.

BRAUN, U., F. SALIS, U. BLEUL and M. HÄSSIG (2004): Electrolyte concentrations after intravenous calcium infusions in cows with parturient paresis. *Vet. Rec.* 154, 666-668.

BRAUN, U., F. SALIS, N. SIEGWART and M. HÄSSIG (2004): Slow intravenous infusion of calcium in cows with parturient paresis. *Vet. Rec.* 154, 336-338.

BRAUN, U., W. JEHLE, N. SIEGWART, U. BLEUL und M. HÄSSIG (2006): Behandlung der Gebärparese mit hochdosiertem Kalzium. *Schweiz. Arch. Tierheilkd.* 148, 121-129.

BRAUN, U. and W. JEHLE (2007): The effect of intravenous magnesium hypophosphate in calcium borogluconate solution on the serum concentration of inorganic phosphorus in healthy cows. *Vet. J.* 173, 379-383.

BRAUN, U., J. DUMELIN, N. SIEGWART, U. BLEUL and M. HÄSSIG (2007): Effect of intravenous calcium and oral sodium phosphate in cows with parturient paresis. *Schweiz. Arch. Tierheilkd.* 149, 259-264.

BRAUN, U., J. DUMELIN, A. LIESEGANG, U. BLEUL and M. HÄSSIG (2007): Effect of intravenous calcium and oral sodium phosphate on electrolytes in cows with parturient paresis. *Vet Rec.* 161, 490-492.

BRAUN, U., J. DUMELIN and A. LIESEGANG (2007): Effect of intravenous calcium on the serum concentration of inorganic phosphorus after oral administration of sodium phosphate. *Schweiz. Arch. Tierheilkd.* 149, 84-85.

BRAUN U., B. BRYCE, A. LIESEGANG, M. HÄSSIG and U. BLEUL (2008): Efficacy of oral calcium and/or sodium phosphate in the prevention of parturient paresis in cows. *Schweiz. Arch. Tierheilkd.* 150, 331-338.

BRAUN, U., P. ZULLIGER, A. LIESEGANG, U. BLEUL and M. HÄSSIG (2009): Effect of intravenous calcium borogluconate and sodium phosphate in cows with parturient paresis. *Vet Rec.* 164, 296-299.

BRYCE, B. E. (2007): Prophylaxe der Gebärparese bei Kühen mit Kalzium und Natriumphosphat per os. Dissertation, Universität Zürich.

CHENG, Y.-H., J. P. GOFF and R. L. HORST (1998): Restoring normal blood phosphorus concentrations in hypophosphatemic cattle with sodium phosphate. *Vet. Med.* 93, 383-388.

DUMELIN, J. S. (2005): Behandlung von Kühen mit Gebärparese mit Natriumphosphat und Kalzium. Dissertation, Universität Zürich.

FORRESTER, S. D. and K. J. MORELAND (1989): Hypophosphatemia. Causes and clinical consequences. *J. Vet. Intern. Med.* 3, 149-159.

GEISHAUSER, T., S. LECHNER, I. PLATE und B. HEIDEMANN (2008): Trinken Kühe Kalzium? *Schweiz. Arch. Tierheilkd.* 150, 111-116.

GOFF, J. P. (2000): Pathophysiology of calcium and phosphorus disorders. *Vet. Clin. North Am. [Food Animal Pract.]* 16, 319-337.

GOFF, J. P. (2004): Macromineral disorders of the transition cow. Vet. Clin. North Am. [Food Animal Pract.] 20, 471-494.

HARTMANN, H. und C. BANDT (2000): Pathophysiologische Mechanismen der Kalzium- und Magnesiumhomöostase sowie Bedeutung der renalen Exkretion für die Diagnostik von Elektrolytimbalancen beim Rind. Tierärztl. Prax. 28 (G), 190-198.

HARTMANN, H., C. BANDT und P. S. GLATZEL (2001): Einfluss wechselnder oraler Mineralstoffzufuhr auf Nierenfunktionen einschliesslich renaler fraktioneller Exkretion von Ca, Mg und Phosphat bei Kühen. Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 114, 267-272.

JEHLE, W. (2004): Behandlung der Gebärparese mit hochdosiertem Kalzium. Dissertation, Universität Zürich.

KRAFT, W., M. FÜRL, H. BOSTEDT und K. HEINRITZI (2005): Skelettmuskulatur, Knochen, Kalzium-, Phosphor-, Magnesiumstoffwechsel. In: Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin, 6. Aufl., Hrsg. W. Kraft und U. Dürr. Schattauer Verlag, Stuttgart, 263-271.

KVART, C., K. A. BJÖRSELL and L. LARSSON (1982): Parturient paresis in the cow: Serum ionized calcium concentrations before and after treatment with different calcium solutions - classification of different degrees of hypo- and hypercalcemia. Acta Vet. Scand. 32, 184-196.

LESCH, S., C. C. GELFERT und R. STAUFENBIEL (2006): Untersuchungen zum peripartalen Festliegen von Kühen. Prakt. Tierarzt 87, 380-388.

MARTIG, J. (2002): Hypokalzämische Gebärlähmung. In: Innere Medizin und Chirurgie des Rindes, 4. Aufl., Hrsg. G. Dirksen, H.-D. Gründer und M. Stöber. Parey Buchverlag, Berlin, 1245-1254.

OETZEL, G. R. (1988): Parturient paresis and hypocalcemia in ruminant livestock. Vet. Clin. North Am. [Food Animal Pract.] 4, 351-364.

RADOSTITS, O. M., C. C. GAY, K. W. HINCHCLIFF and P. D. CONSTABLE (2007): Metabolic diseases. In: Veterinary Medicine. A Textbook of the Diseases of Cattle, Horses, Sheep, Pigs and Goats. 10th edn., Saunders-Elsevier, London, 1626-1644.

ROSENBERGER, G. (1990): Die klinische Untersuchung des Rindes, 3. Auflage. Hrsg. G. Dirksen, H.-D. Gründer und M. Stöber. Paul Parey Verlag, Berlin und Hamburg.

SALIS, F. (2002): Untersuchungen zur Behandlung der Gebärparese beim Rind mittels Kalziuminfusion im Sturz bzw. im Dauertropf. Dissertation, Universität Zürich.

SIEGWART, N. und K. NIEDERER (2005): Retrospektive Studie über den Einfluss des Kalzium- und Phosphatblutwertes auf den Therapieerfolg bei post partum festliegenden Kühen. Tierärztl. Umschau 60, 352-355.

TIERARZNEIMITTEL-KOMPENDIUM DER SCHWEIZ, CliniPharm CliniTox, Institut für Veterinärpharmakologie und -toxikologie, Winterthurerstrasse 260, 8057 Zürich, <http://www.vetpharm.uzh.ch>.

VISSER'T HOOFT, K., K. J. DROBATZ and C. R. WARD (2005): Hypophosphatemia. Comp. Cont. Educ. Pract. Vet. 27, 900-911.

ZULLIGER, P. (2008): Intravenöse Behandlung von Kühen mit Gebärparese mit Kalzium und Natriumphosphat. Dissertation, Universität Zürich.

## 9. LEBENSLAUF

|              |  |
|--------------|--|
| Name         | Marlis Blatter   |
| Geburtsdatum | 19. Mai 1982   |
| Geburtsort   | Bern   |
| Nationalität | Schweiz  |
| Heimatorte   | Brig-Glis und Ried bei Brig VS   |
| 1989 – 1990  | Primarschule in Zäziwil (BE)   |
| 1990 – 1993  | Primarschule in Niederhünigen (BE)   |
| 1993 – 1995  | Sekundarschule in Konolfingen (BE)   |
| 1995 – 1997  | Untergymnasium Bern-Neufeld  |
| 1997 – 2001  | Mathematisch-Naturwissenschaftliches Gymnasium Bern-Neufeld mit den Schwerpunktfächern Biologie und Chemie   |
| 2001         | Maturität mit den Schwerpunktfächern Biologie und Chemie   |
| 2001 – 2006  | Studium der Veterinärmedizin an der Vetsuisse-Fakultät der Universität Bern  |
| 2006         | Staatsexamen an der Universität Bern   |
| 2007 – 2008  | Internship im Ontario Veterinary College Large Animal Teaching Hospital, University of Guelph, Canada  |
| 2008 – 2009  | Assistenz-Tierärztin und Doktorandin in der Ambulatorischen Klinik des Departements für Nutztiere der Vetsuisse-Fakultät der Universität Zürich, Schweiz |
| 2010 – 2011  | Assistenz-Tierärztin im Schweizerischen Nationalgestüt in Avenches, Schweiz  |
| Seit 2011    | Assistenz-Tierärztin in der Pferdeklinik in Kirchheim unter Teck, Deutschland.   |

25. August 2011

## 10. DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich allen, die zur Entstehung dieser Arbeit beigetragen haben, ganz herzlich danken, insbesondere

Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun für die Überlassung des Themas, die Übernahme des Referats und die stets gewährte freundliche Unterstützung und Betreuung.

Frau PD Dr. A. Liesegang für die Übernahme des Korreferats.

Herrn Prof. Dr. H. Lutz und den Laborantinnen des Veterinärmedizinischen Labors für die Ausführung der Laboruntersuchungen.

Herrn Prof. Dr. M. Hässig für die Hilfe bei den statistischen Auswertungen.

Frau Dr. med. vet. Rahel Büchi für die Vorarbeiten zu meiner Dissertation sowie für die Untersuchung der ersten drei Kühe.

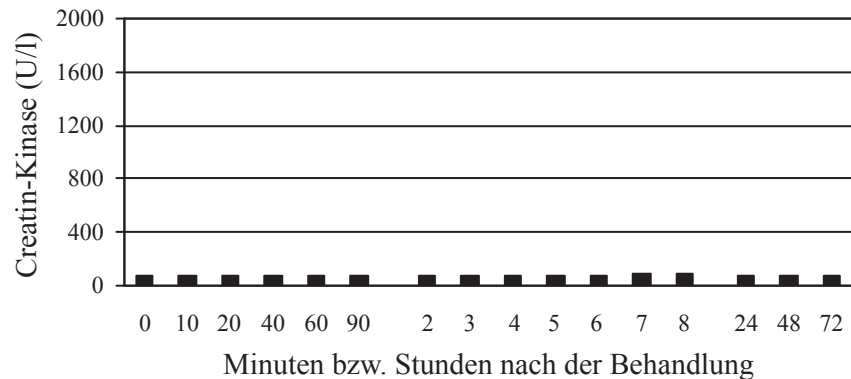
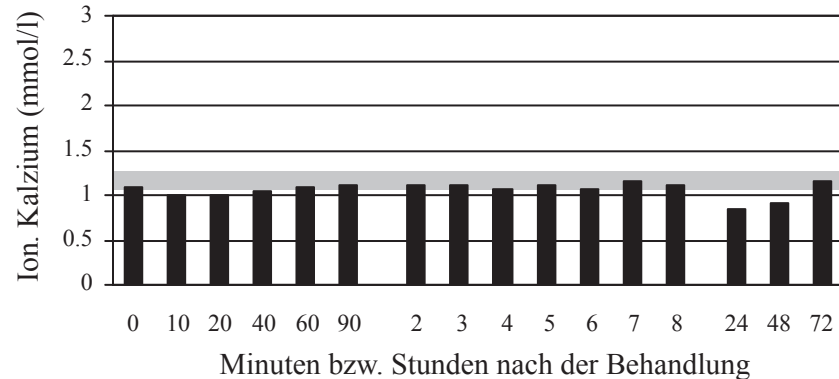
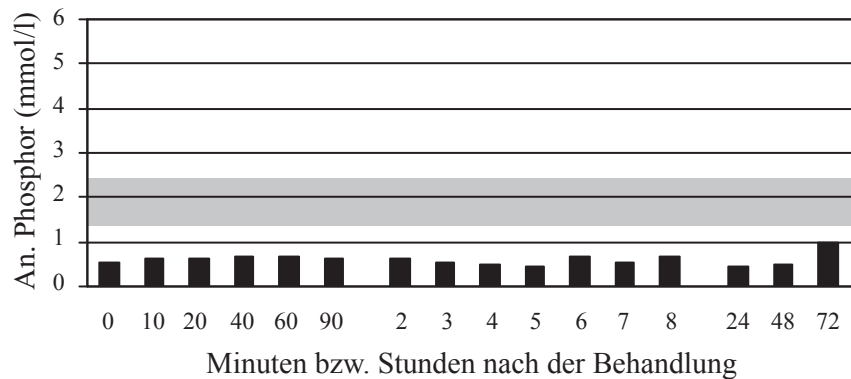
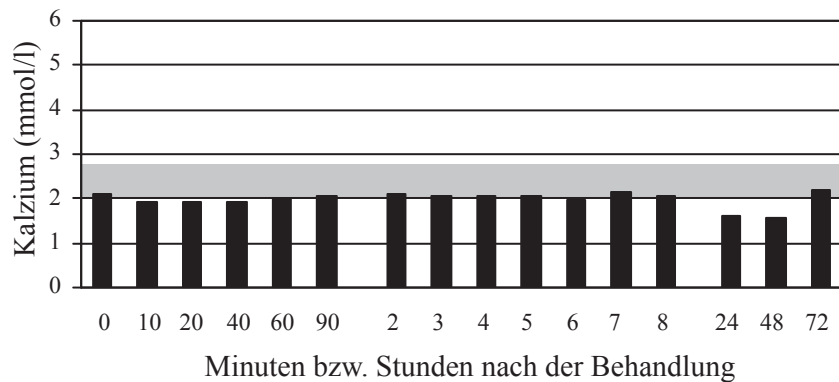
Dem Team der Ambulatorischen Klinik für die engagierte Unterstützung während der Durchführung meiner Dissertation, insbesondere für die Übernahme meiner Arbeiten, wenn ich zu einer festliegenden Kuh gerufen wurde, und für die Mithilfe bei der Entnahme von Blutproben an den drei der Initialbehandlung folgenden Tagen.

Den Kunden der Ambulatorischen Klinik, welche mir ihre Kühe zur Verfügung gestellt haben, für das entgegengebrachte Vertrauen und die freundliche Unterstützung meiner Arbeit.

Meinen Eltern, für die immer währende Unterstützung.

## 11. ANHANG: Elektrolytverlauf nach Behandlung bei 30 Kühen mit Gebärpause und bei 10 gesunden Kühen post partum

Kuh 1 (Gruppe B, Kalziumlaktat oral)



Kuh, Braunvieh, 7 Jahre, vierte Laktation.

Vorbericht: Spontangeburt ohne Zughilfe wenige Minuten vor Versuchsbeginn, gesunde Kuh post partum.

Klinische Befunde: 38.7 °C / 76 / 32<sup>1</sup>, gesunde Kuh post partum.

Verlauf: Gesunde Kuh post partum, keine Probleme.

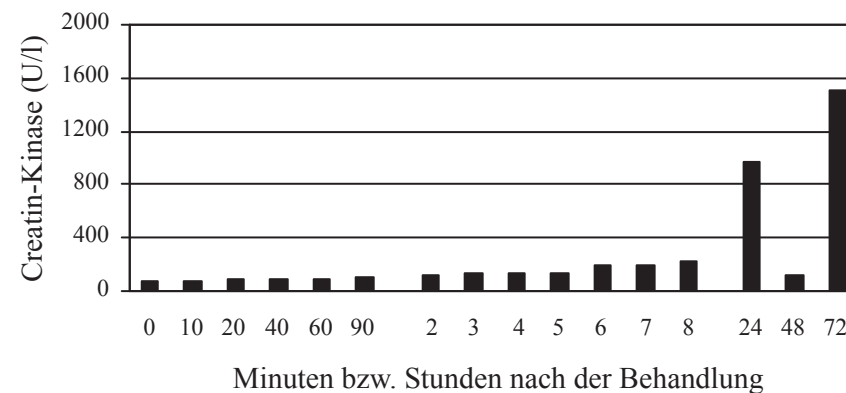
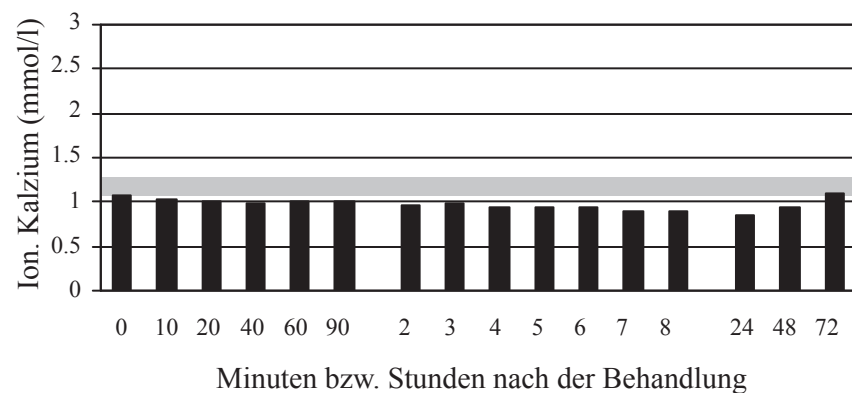
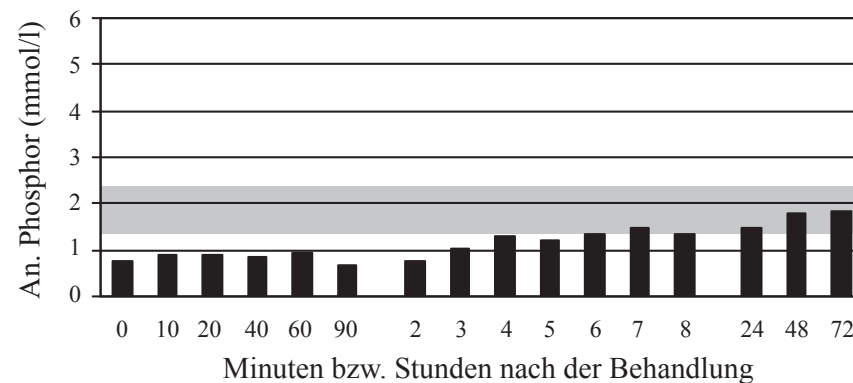
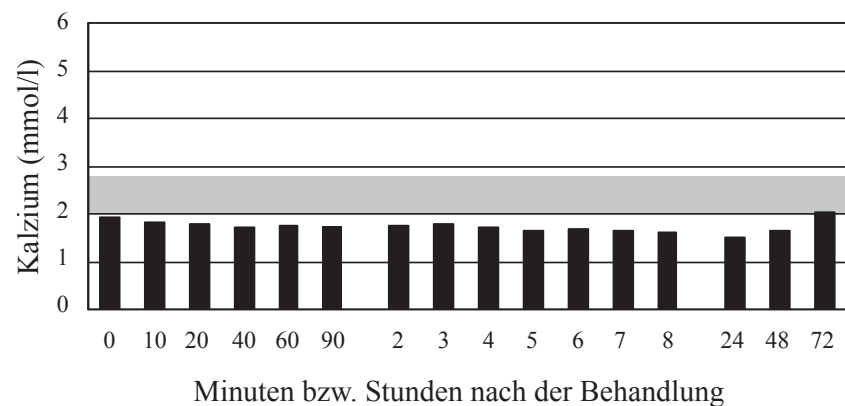
<sup>1</sup> Rektaltemperatur 38.7 °C / Herzfrequenz 76 Schläge pro Minute / Atemfrequenz 32 Züge pro Minute

Der horizontale Balken markiert den Normalbereich der entsprechenden Elektrolytwerte:

Ca = 2.0 - 2.8 mmol/l, ion. Ca = 1.06 - 1.26 mmol/l, P = 1.3 - 2.3 mmol/l.

Normalbereich Creatin-Kinase = 70 - 169 mmol/l

# Kuh 2 (Gruppe A, Wasser oral)



Kuh, Holstein Friesian, 6 Jahre, vierte Laktation.

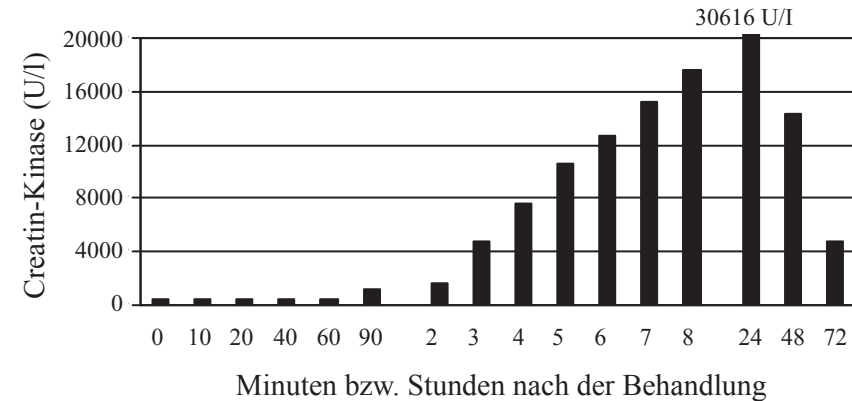
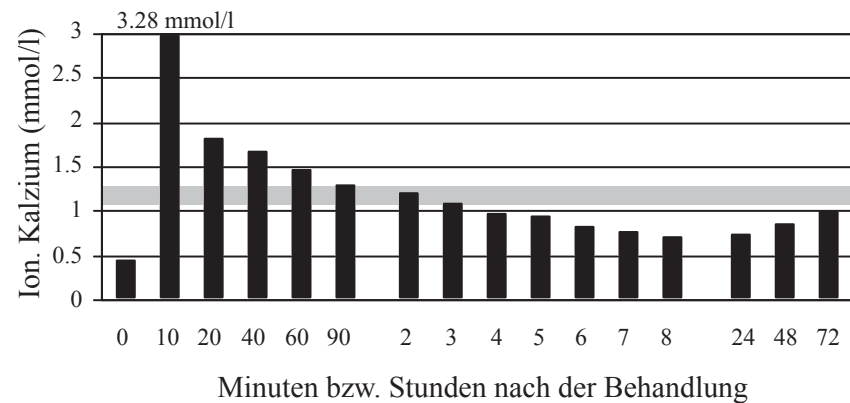
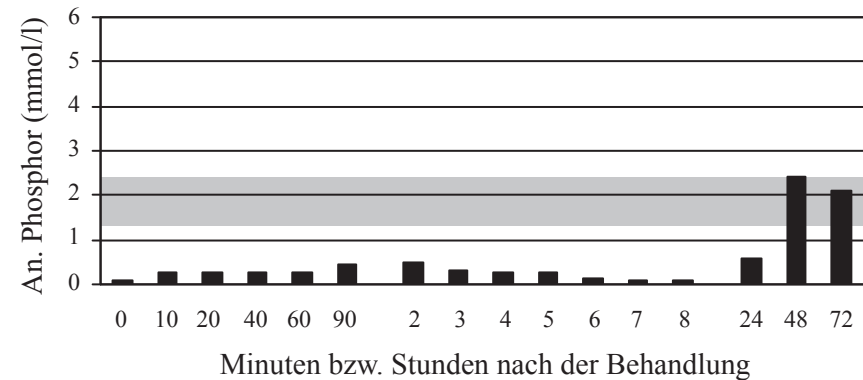
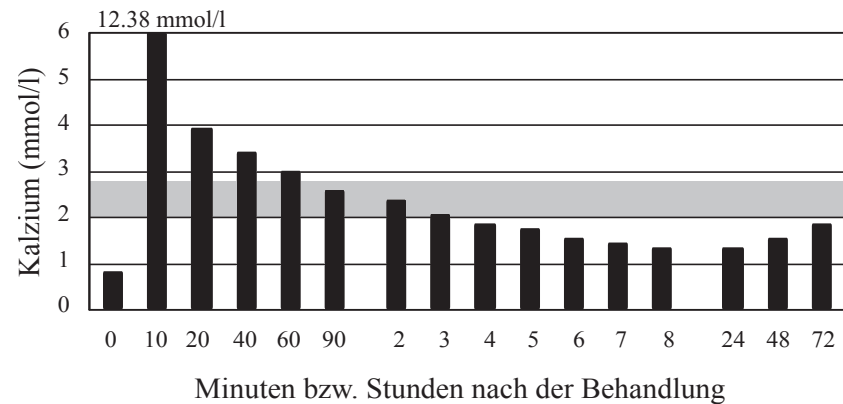
Vorbericht: Spontangeburt ohne Zughilfe wenige Minuten vor Versuchsbeginn, gesunde Kuh post partum.

Klinische Befunde: 39.1 °C / 90 / 54, gesunde Kuh post partum.

Verlauf: Gesunde Kuh post partum, keine Probleme.



### Kuh 3 (Gruppe C, Kalzium intravenös im Sturz)



Kuh, Fleck, 7 Jahre, sechste Laktation.

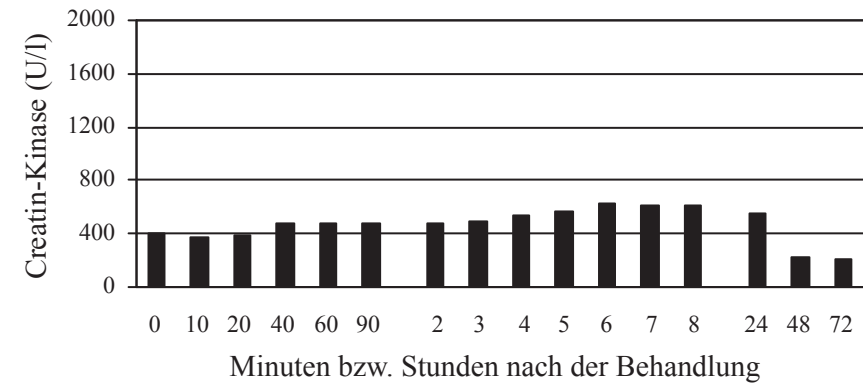
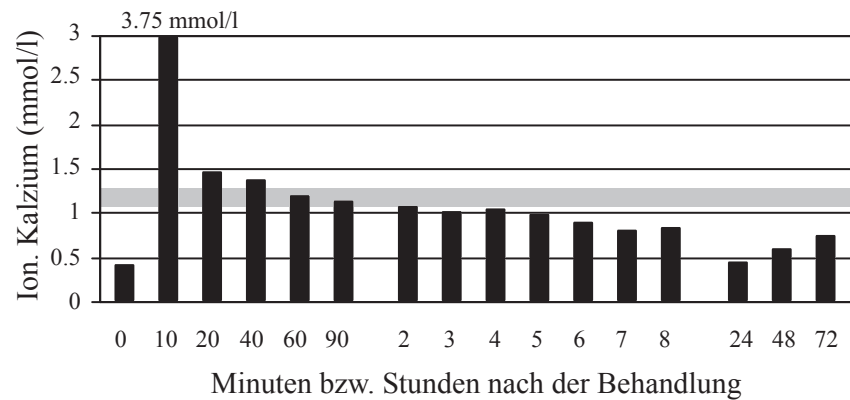
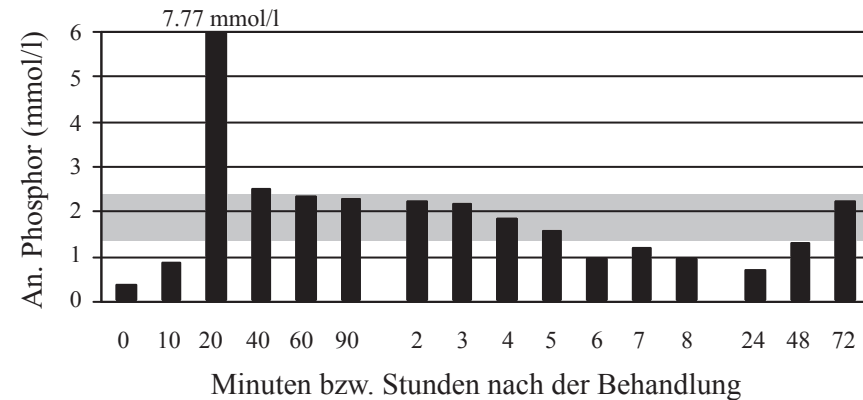
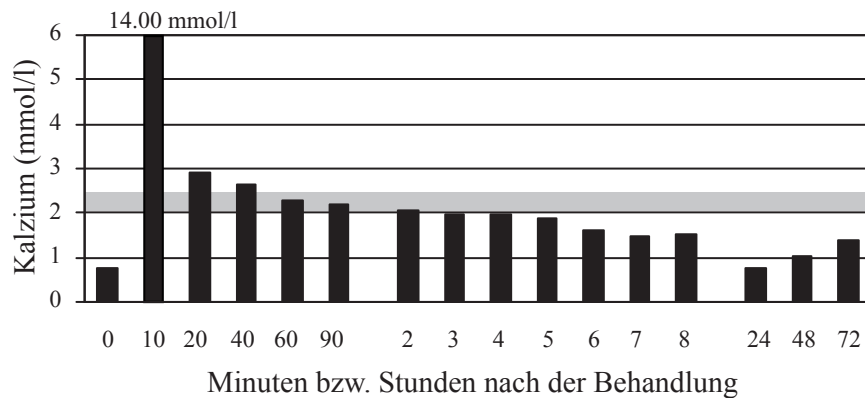
Vorbericht: Geburt mit leichter Zughilfe vor 10 Stunden, seit 6 Stunden Festliegen.

Klinische Befunde: 38.3 °C / 84 / 40, Festliegen in Brustlage.

Verlauf: Innerhalb von acht Stunden nicht aufgestanden, deshalb 300 ml Calcamyl-40 MP<sup>®</sup> als Sturzinfusion und 200 ml subkutan. Danach über Nacht aufgestanden und vollständige Erholung.

Besonderes: Bei der Creatin-Kinase weicht die Skalierung der Ordinate wegen hohen Werten von denjenigen der übrigen Kühe ab.

Kuh 4 (Gruppe D, Kalzium und Natriumphosphat intravenös im Sturz und Kalziumlaktat und Natriumphosphat oral)



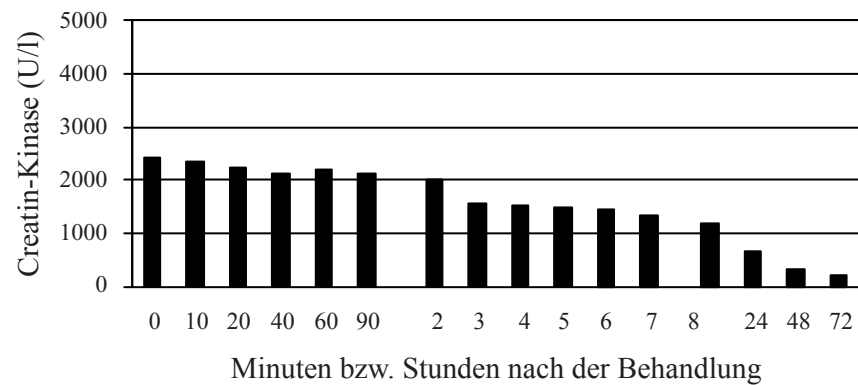
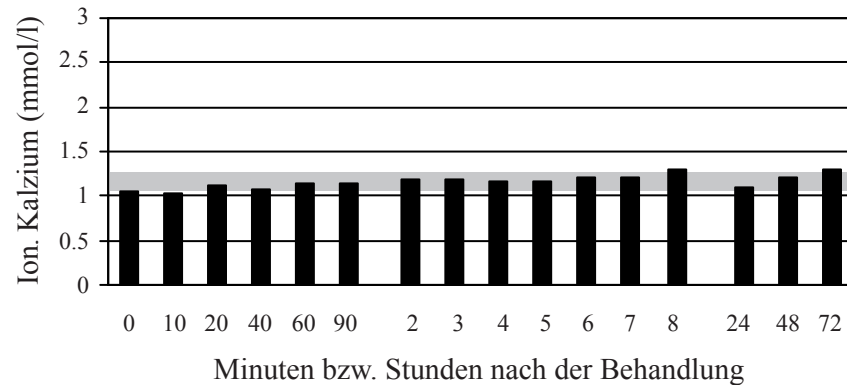
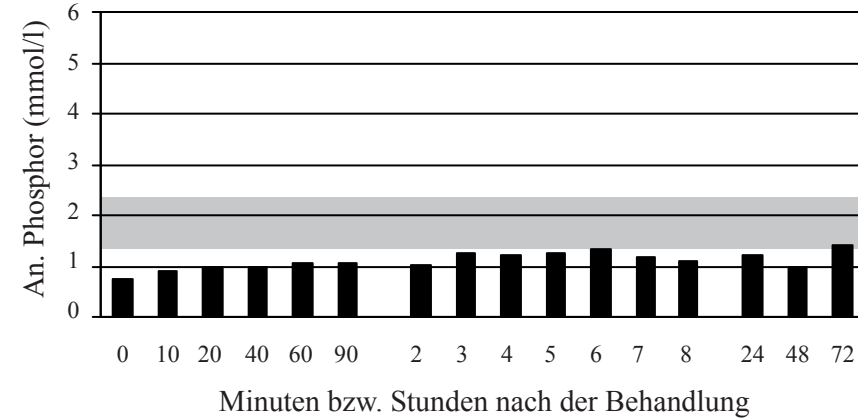
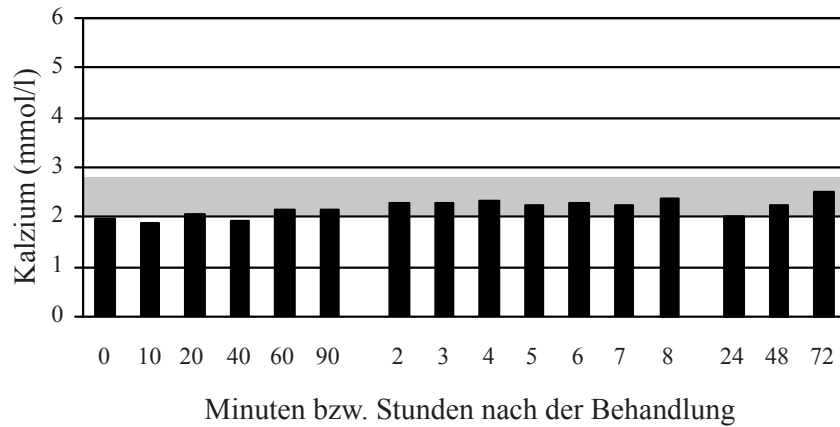
Kuh, Braunvieh, 9 Jahre, siebte Laktation.

Vorbericht: Geburt mit leichter Zughilfe vor 10 Stunden, seit einer Stunde Festliegen.

Klinische Befunde: 37.8 °C / 64 / 26, Festliegen in Brustlage.

Verlauf: Aufstehen 10 Minuten nach Behandlung. Rezidiv nach 24 Stunden. Deshalb 500 ml Calcamyl-40 MP® als Sturzinfusion. Anschliessend vollständige Erholung.

# Kuh 5 (Gruppe B, Kalziumlaktat oral)



Kuh, Fleck, 6 Jahre, vierte Laktation.

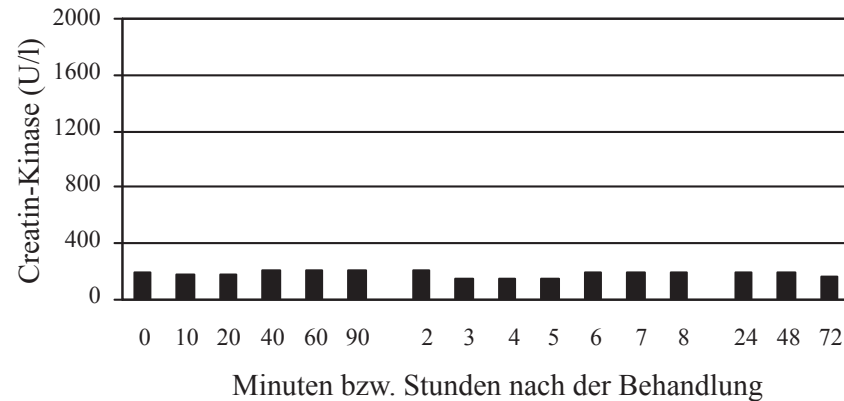
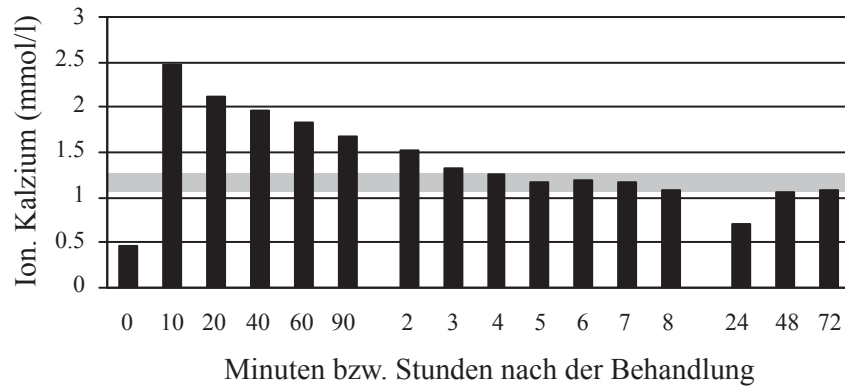
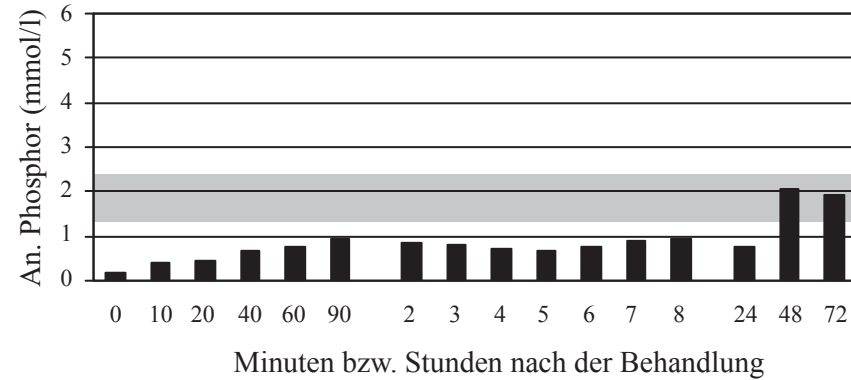
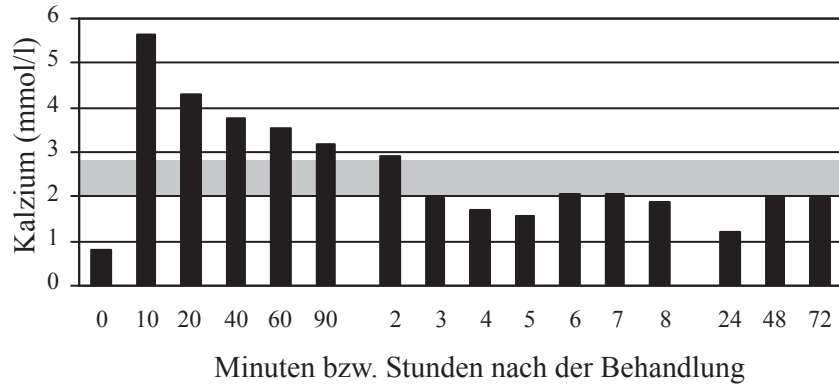
Vorbericht: Spontangeburt mit leichter Zughilfe wenige Minuten vor Versuchsbeginn, gesunde Kuh post partum.

Klinische Befunde: 38.7 °C / 88 / 28, gesunde Kuh post partum.

Verlauf: Gesunde Kuh post partum, keine Probleme.

Besonderes: Bei der Creatin-Kinase weicht die Skalierung der Ordinate wegen hohen Werten von denjenigen der übrigen Kühe ab.

Kuh 6 (Gruppe C, Kalzium intravenös im Sturz)



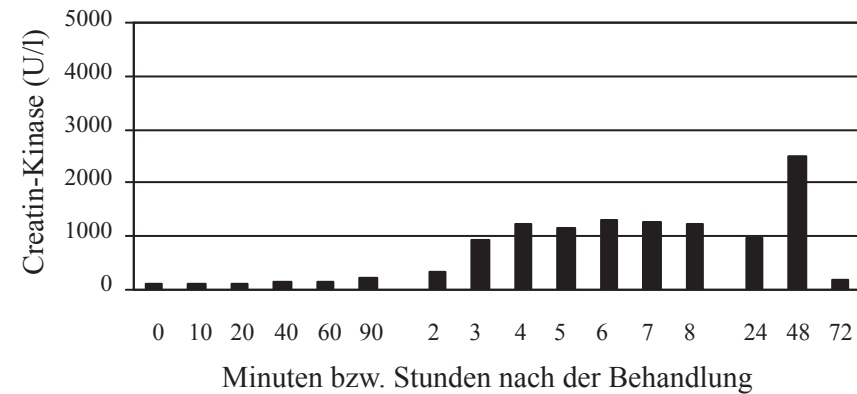
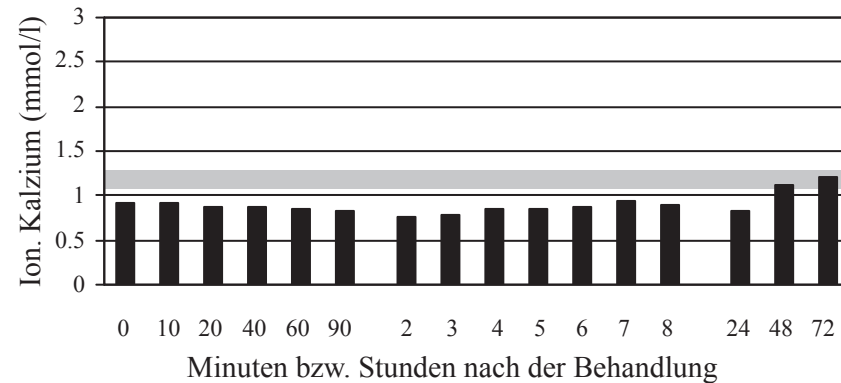
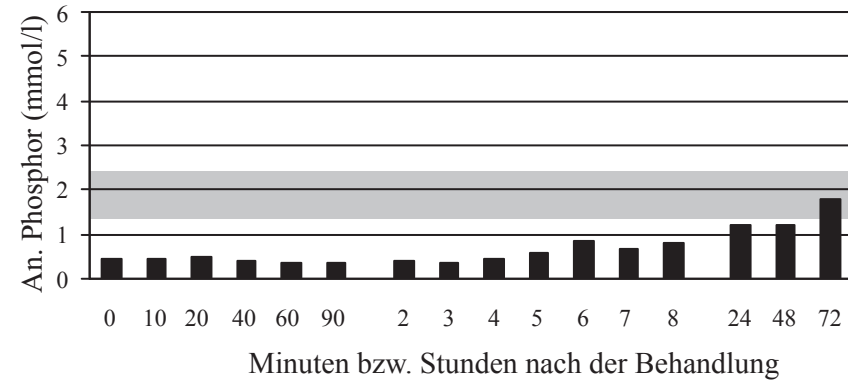
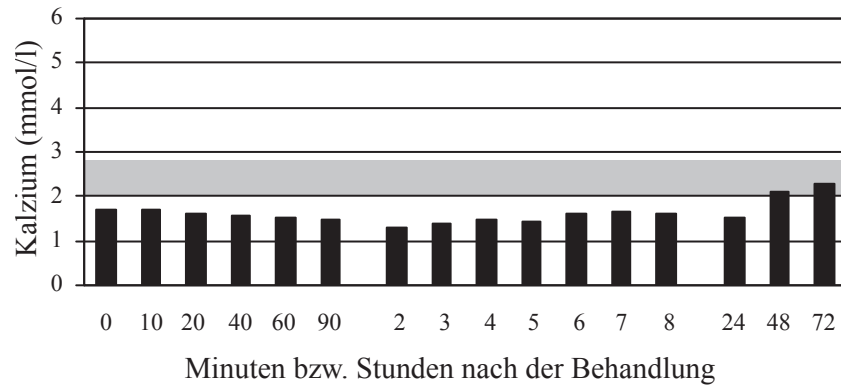
Kuh, Fleck, 8 Jahre, sechste Laktation.

Vorbericht: Geburt ohne Zughilfe vor 5 Stunden, seit 3 Stunden Festliegen.

Klinische Befunde: 37.6 °C / 72 / 28, Festliegen in Brustlage.

Verlauf: Aufstehen 20 Minuten nach Behandlung. Rezidiv nach 24 Stunden. Deshalb 500 ml Calcamyl-40 MP<sup>®</sup> als Sturzinfusion. Anschliessend vollständige Erholung.

Kuh 7 (Gruppe A, Wasser oral)



Kuh, Fleck, 6 Jahre, fünfte Laktation.

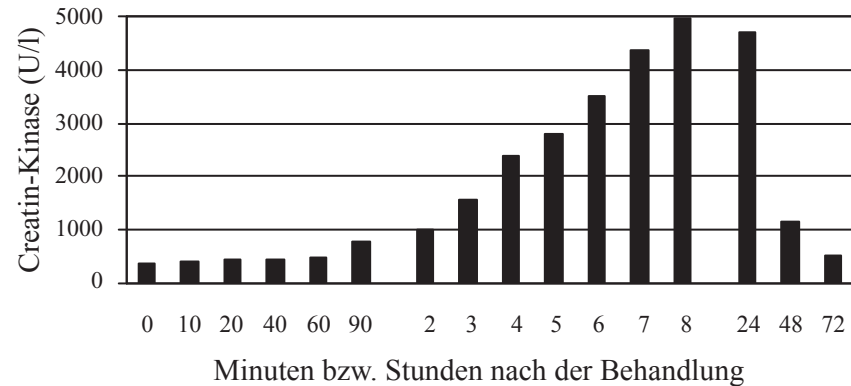
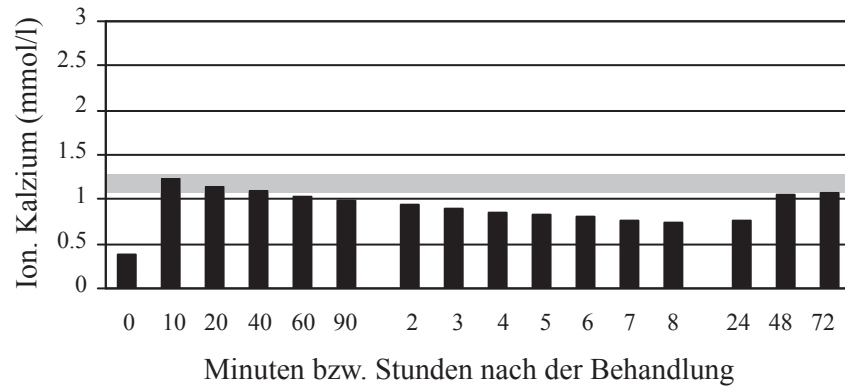
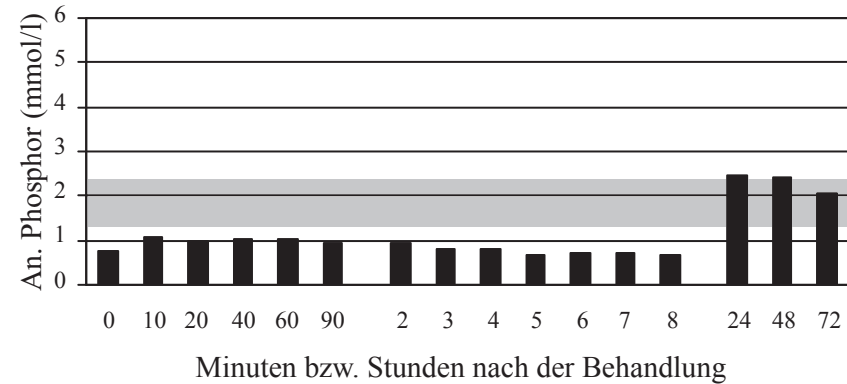
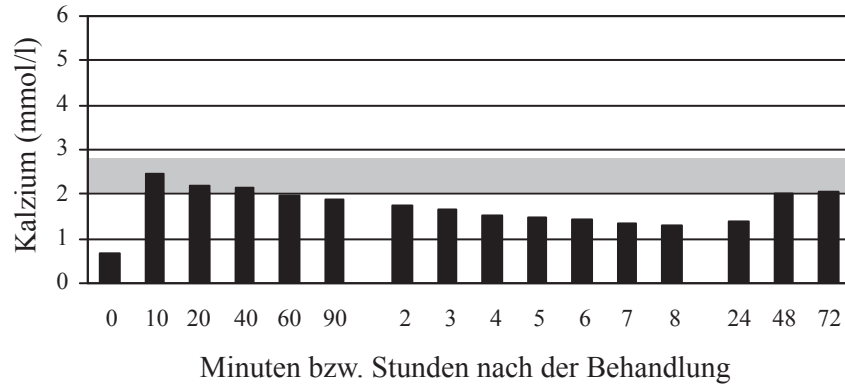
Vorbericht: Spontangeburt ohne Zughilfe wenige Minuten vor Versuchsbeginn, gesunde Kuh post partum.

Klinische Befunde: 39.2 °C / 80 / 20, gesunde Kuh post partum.

Verlauf: Gesunde Kuh post partum, keine Probleme.

Besonderes: Bei der Creatin-Kinase weicht die Skalierung der Ordinate wegen hohen Werten von denjenigen der übrigen Kühe ab.

Kuh 8 (Gruppe C, Kalzium intravenös im Sturz)



Kuh, Braunvieh, 7 Jahre, fünfte Laktation.

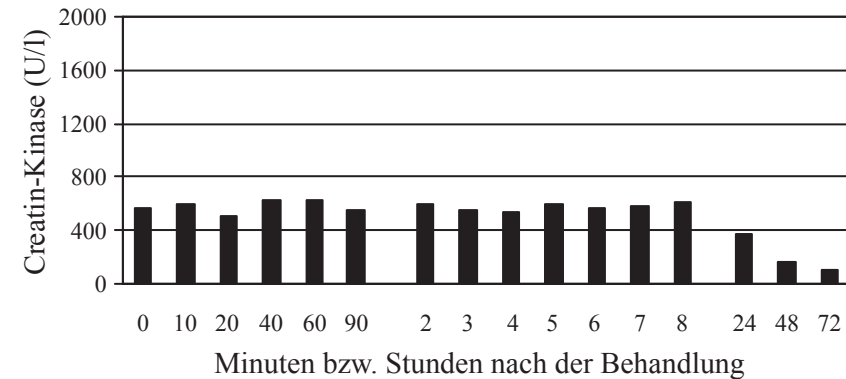
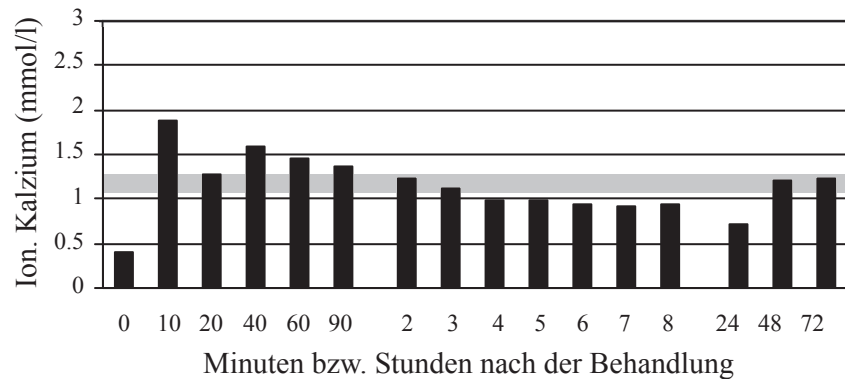
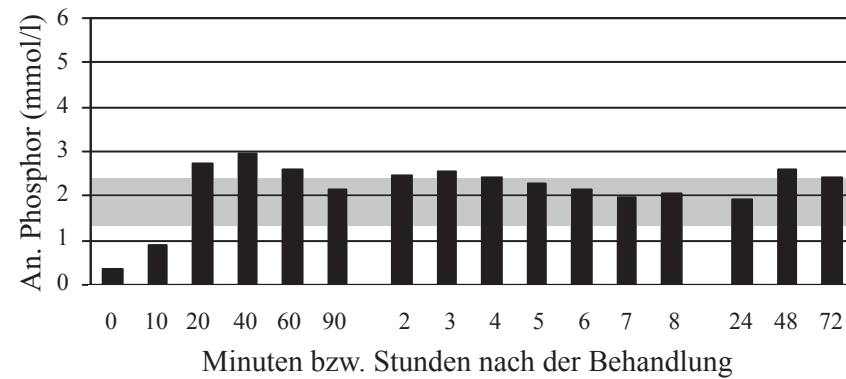
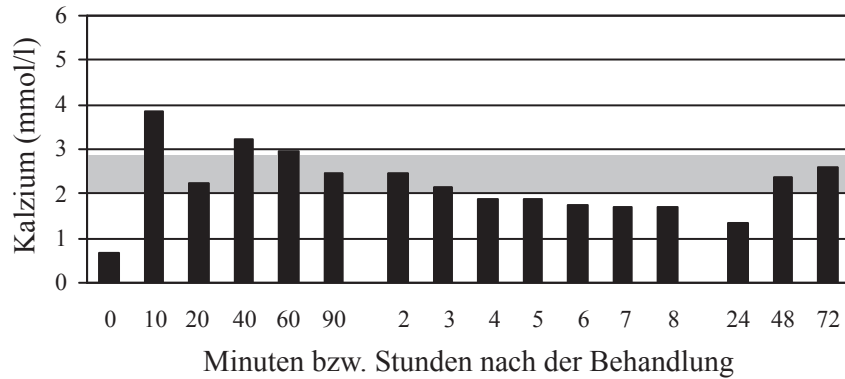
Vorbericht: Geburt mit Zughilfe vor 21 Stunden, seit 6 Stunden Festliegen.

Klinische Befunde: 37.0 °C / 56 / 32, Festliegen komatös in Seitenlage.

Verlauf: Aufstehen 6 Stunden nach Behandlung. Kein Rezidiv, vollständige Erholung.

Besonderes: Bei der Creatin-Kinase weicht die Skalierung der Ordinate wegen hohen Werten von denjenigen der übrigen Kühe ab.

Kuh 9 (Gruppe D, Kalzium und Natriumphosphat intravenös im Sturz und Kalziumlaktat und Natriumphosphat oral)



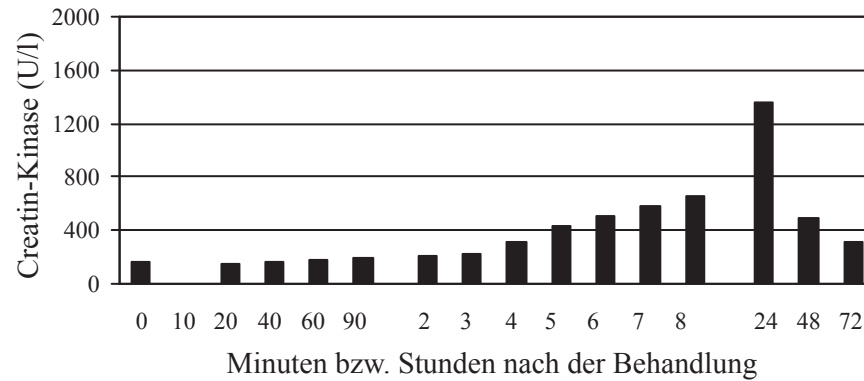
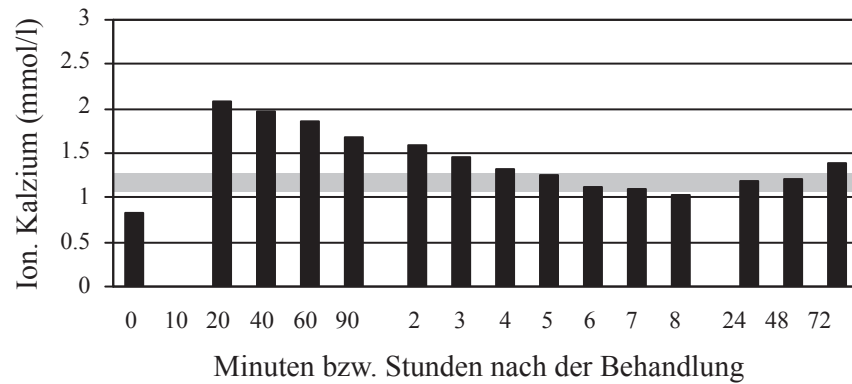
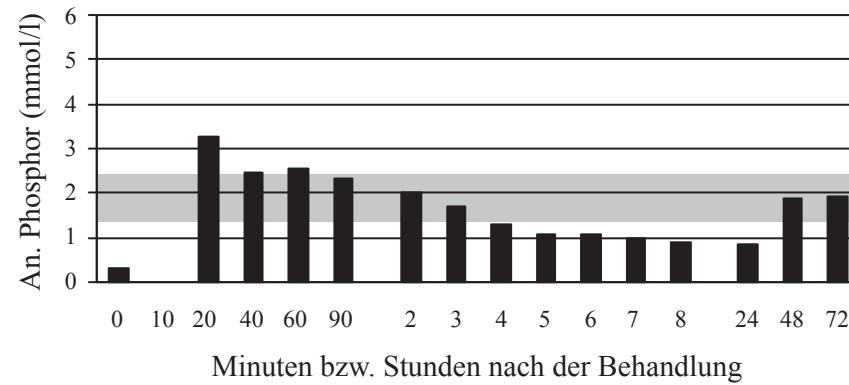
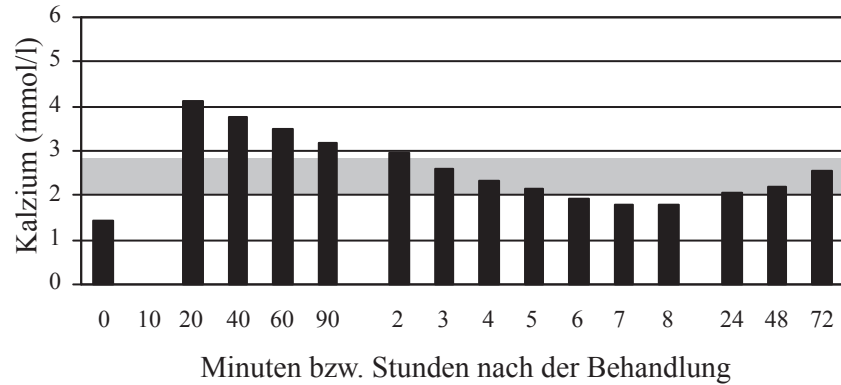
Kuh, Fleck, 9 Jahre, achte Laktation.

Vorbericht: Geburt mit leichter Zughilfe vor 24 Stunden, seit 2 Stunden Festliegen.

Klinische Befunde: 36.2 °C / 60 / 28, Festliegen in Brustlage.

Verlauf: Aufstehen 4 Stunden nach Behandlung. Kein Rezidiv, vollständige Erholung.

Kuh 10 (Gruppe D, Kalzium und Natriumphosphat intravenös im Sturz und Kalziumlaktat und Natriumphosphat oral)



Kuh, Fleck, 10 Jahre, siebte Laktation.

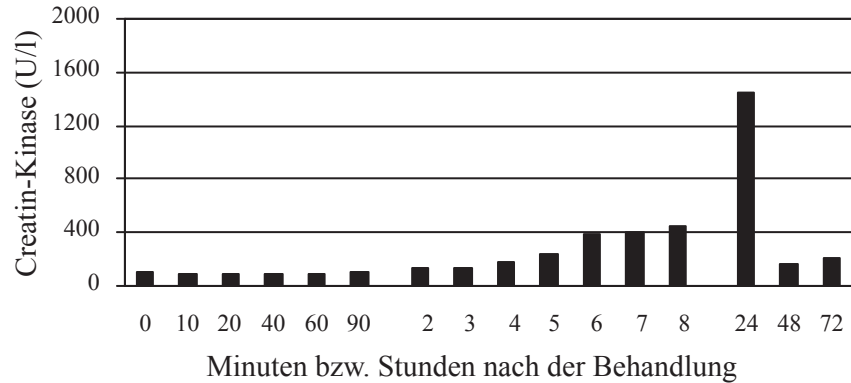
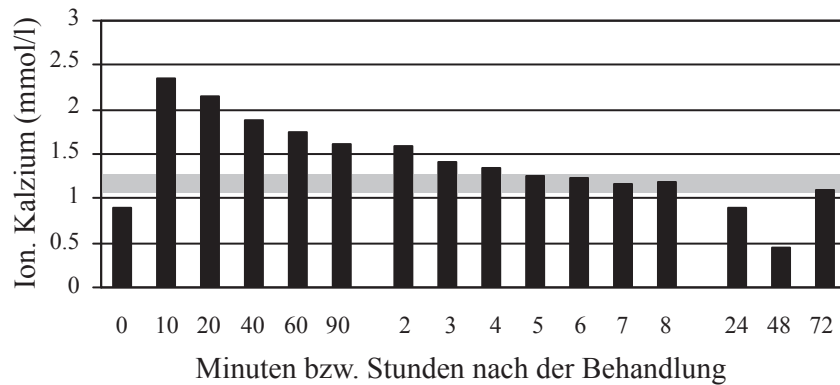
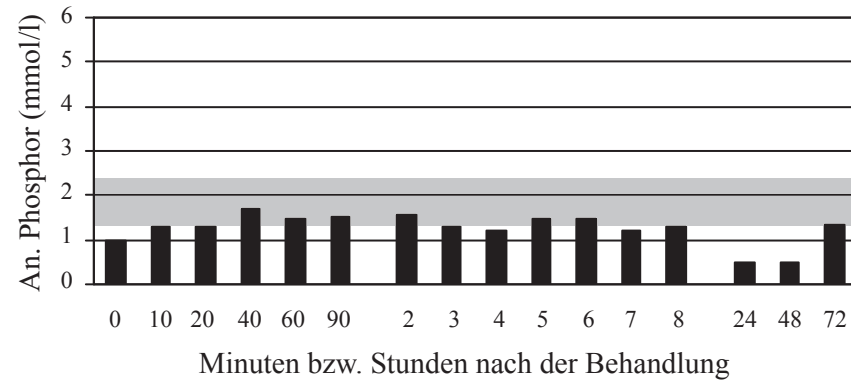
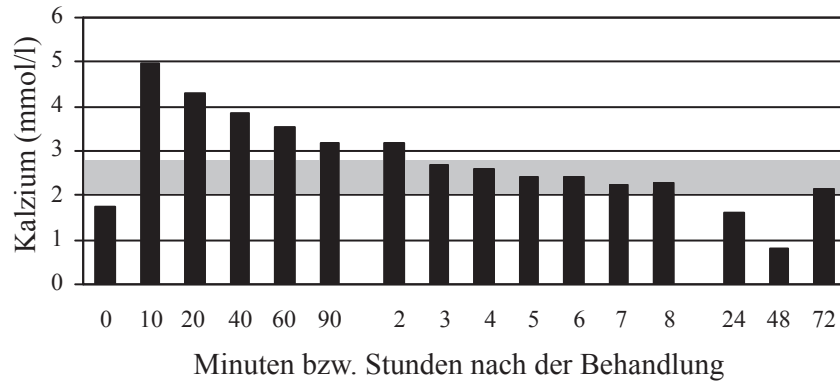
Vorbericht: Geburt ohne Zughilfe vor 8 Stunden, seit 4 Stunden Festliegen.

Klinische Befunde: 39.0 °C / 76 / 20, Festliegen in Brustlage.

Verlauf: Aufstehen 4 Stunden nach Behandlung. Kein Rezidiv, vollständige Erholung.



Kuh 11 (Gruppe C, Kalzium intravenös im Sturz)



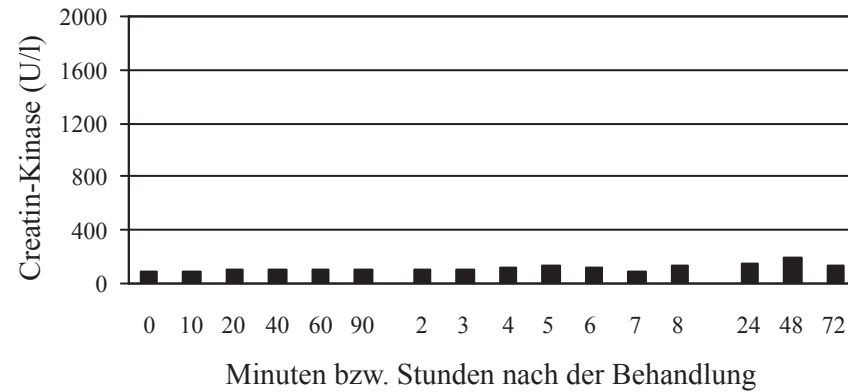
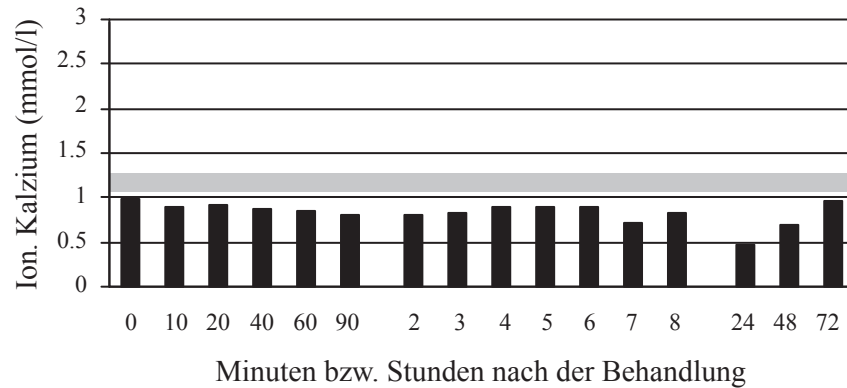
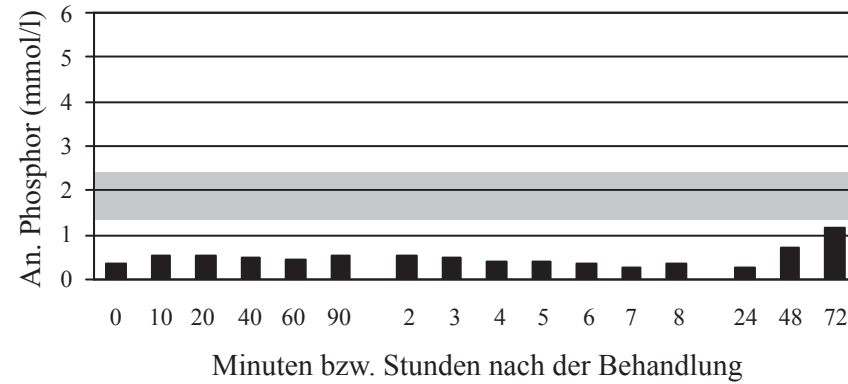
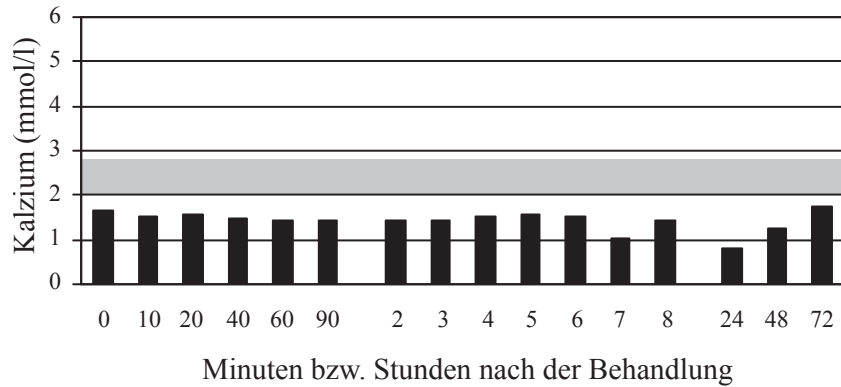
Kuh, Braunvieh, 6 Jahre, vierte Laktation.

Vorbericht: Geburt ohne Zughilfe vor 16 Stunden, seit 2 Stunden Festliegen.

Klinische Befunde: 38.2 °C / 72 / 24, Festliegen in Brustlage.

Verlauf: Aufstehen 3 Stunden nach Behandlung. Rezidiv nach 24 Stunden. Deshalb 500 ml Calcamyl-40 MP® als Sturzinfusion. Anschliessend vollständige Erholung.

Kuh 12 (Gruppe B, Kalziumlaktat oral)



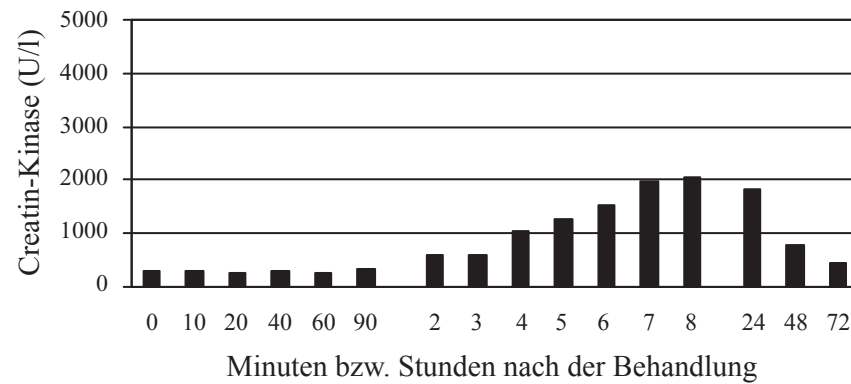
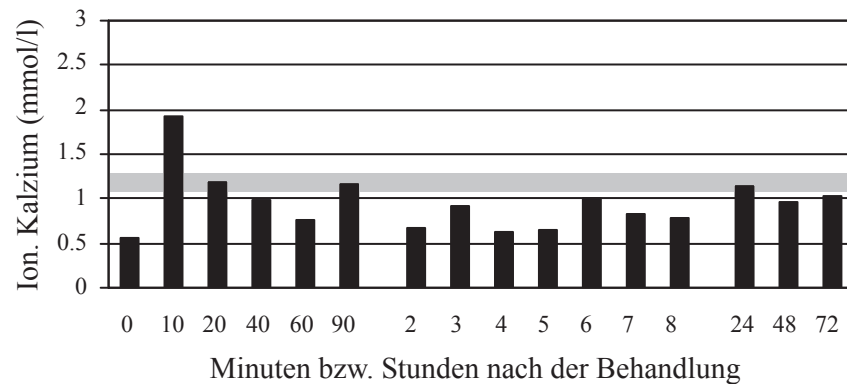
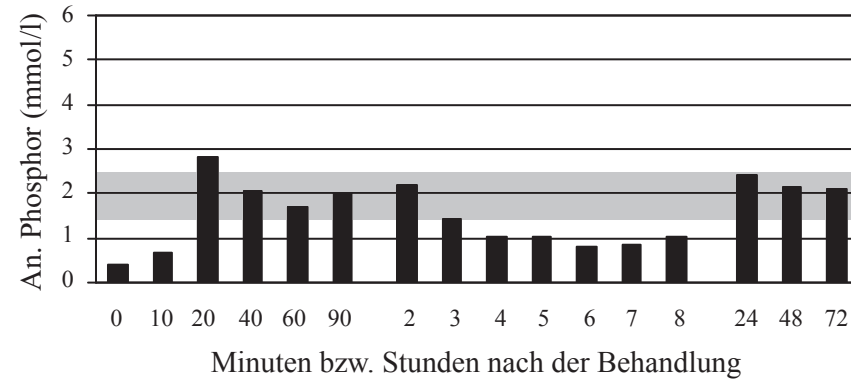
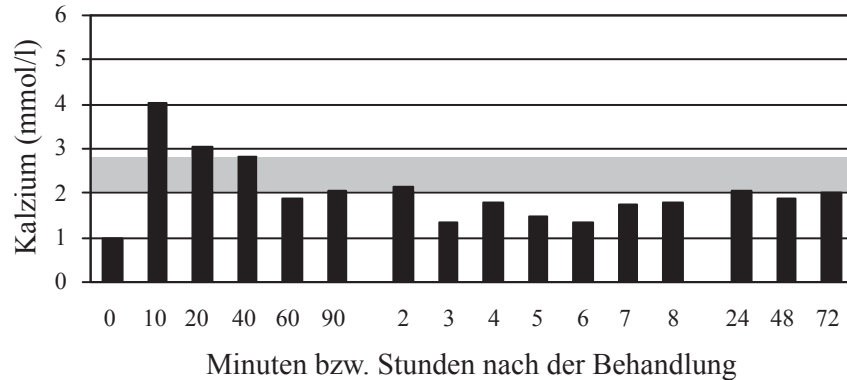
Kuh, Fleck, 7 Jahre, fünfte Laktation.

Vorbericht: Spontangeburt ohne Zughilfe wenige Minuten vor Versuchsbeginn, gesunde Kuh post partum.

Klinische Befunde: 38.4 °C / 88 / 24, gesunde Kuh post partum.

Verlauf: Gesunde Kuh post partum, keine Probleme.

Kuh 13 (Gruppe D, Kalzium und Natriumphosphat intravenös im Sturz und Kalziumlaktat und Natriumphosphat oral)



Kuh, Braunvieh, 9 Jahre, sechste Laktation.

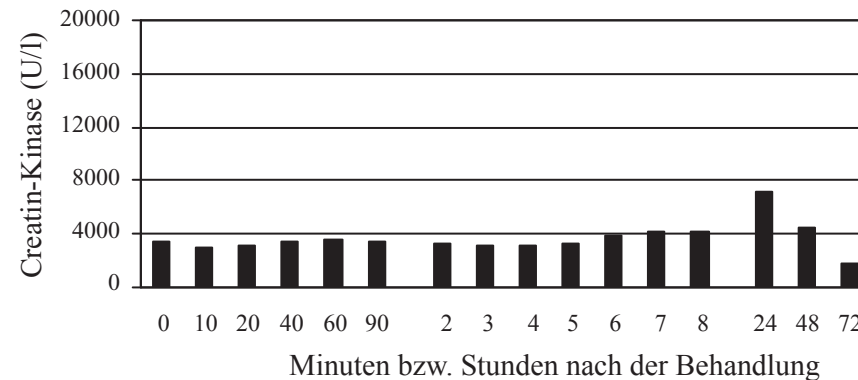
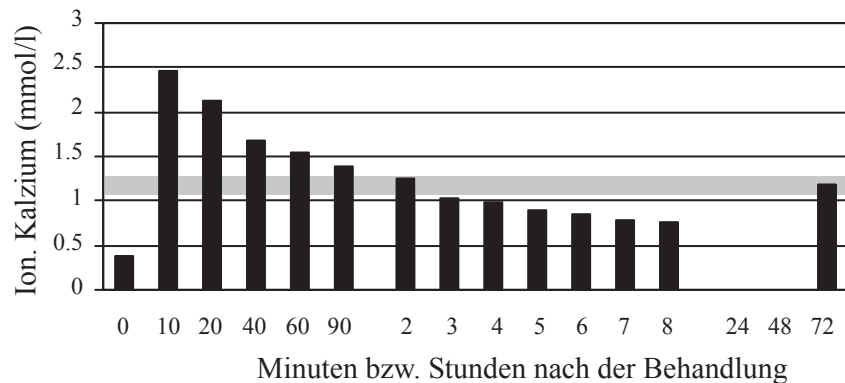
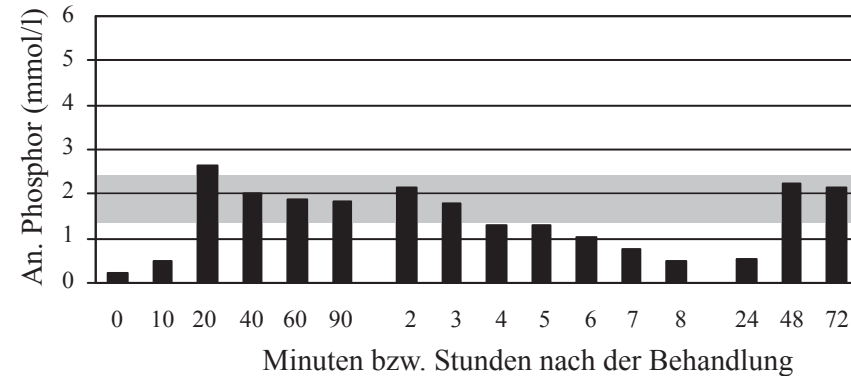
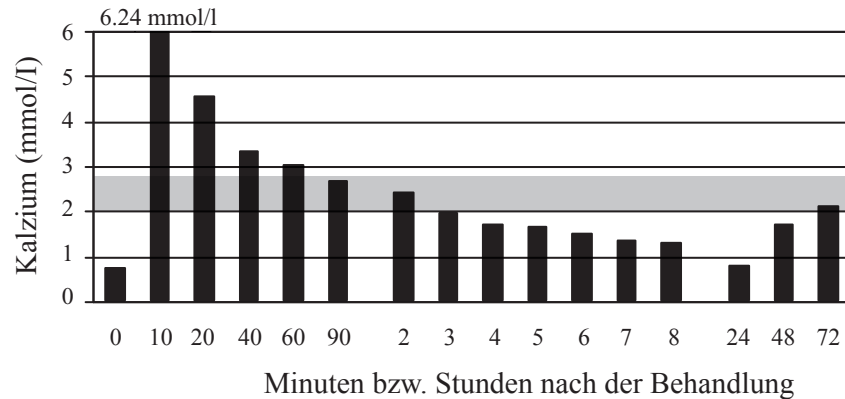
Vorbericht: Geburt ohne Zughilfe vor 15 Stunden, seit 1 Stunde Festliegen.

Klinische Befunde: 38.2 °C / 76 / 28, Festliegen in Brustlage.

Verlauf: Aufstehen 4 Stunden nach Behandlung. Rezidiv nach 4 Stunden. Deshalb 300 ml Calcamyl-40 MP® als Sturzinfusion und 200 ml subkutan. Anschliessend vollständige Erholung.

Besonderes: Bei der Creatin-Kinase weicht die Skalierung der Ordinate wegen hohen Werten von denjenigen der übrigen Kühe ab.

Kuh 14 (Gruppe D, Kalzium und Natriumphosphat intravenös im Sturz und Kalziumlaktat und Natriumphosphat oral)



Kuh, Fleck, 5 Jahre, dritte Laktation.

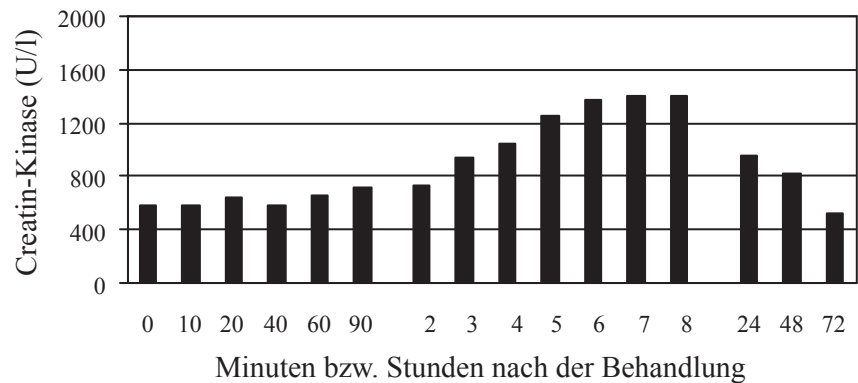
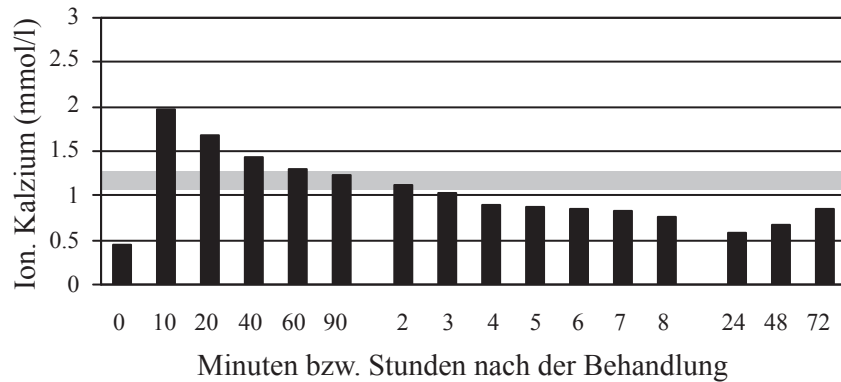
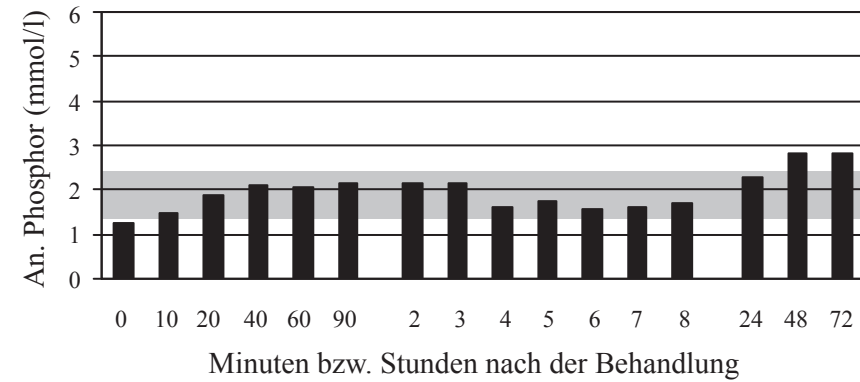
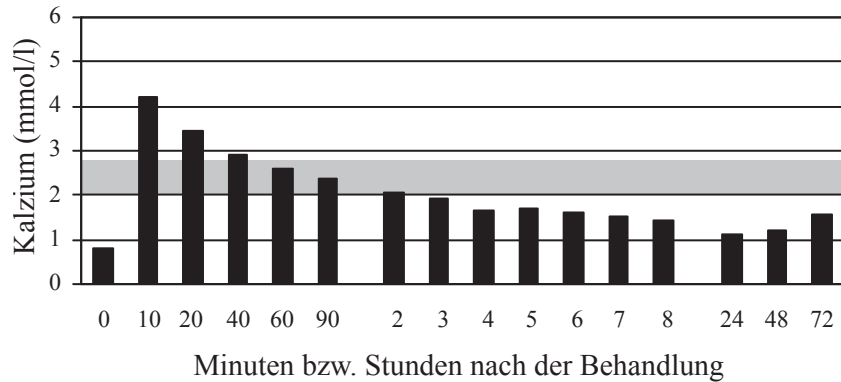
Vorbericht: Geburt ohne Zughilfe vor 16 Stunden, seit 2 Stunden Festliegen.

Klinische Befunde: 35.6 °C / 100 / 24, Festliegen in Seitenlage.

Verlauf: Innerhalb von acht Stunden nicht aufgestanden, deshalb 300 ml Calcamyl-40 MP® als Sturzinfusion und 200 ml subkutan. Über Nacht aufgestanden, jedoch Rezidiv nach 24 Stunden. Deshalb 500 ml Calcamyl-40 MP® als Sturzinfusion. Anschliessend vollständige Erholung.

Besonderes: Bei der Creatin-Kinase weicht die Skalierung der Ordinate wegen hohen Werten von denjenigen der übrigen Kühe ab.

Kuh 15 (Gruppe C, Kalzium intravenös im Sturz)



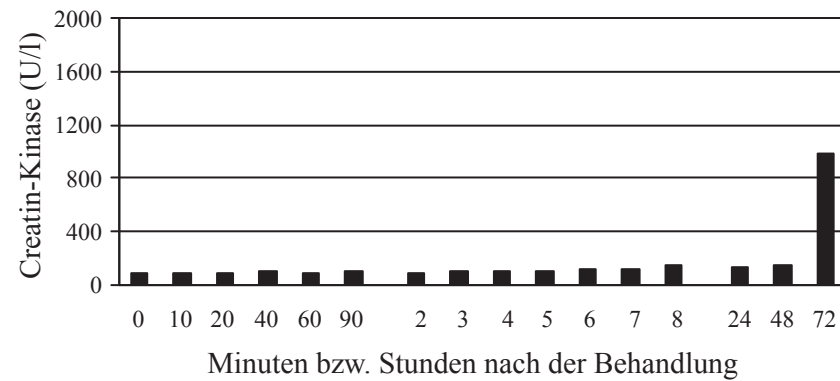
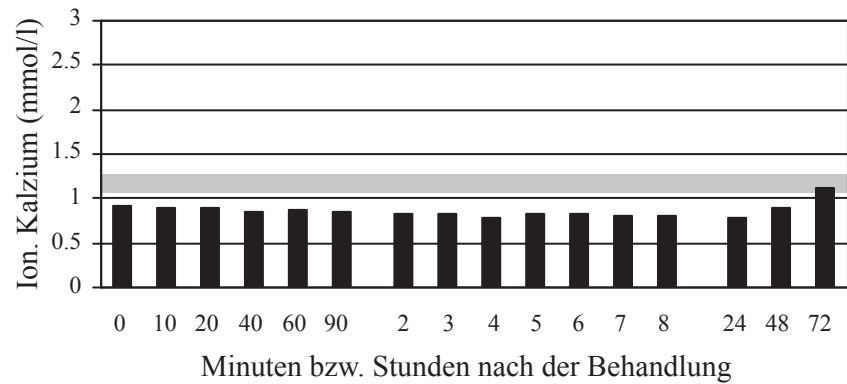
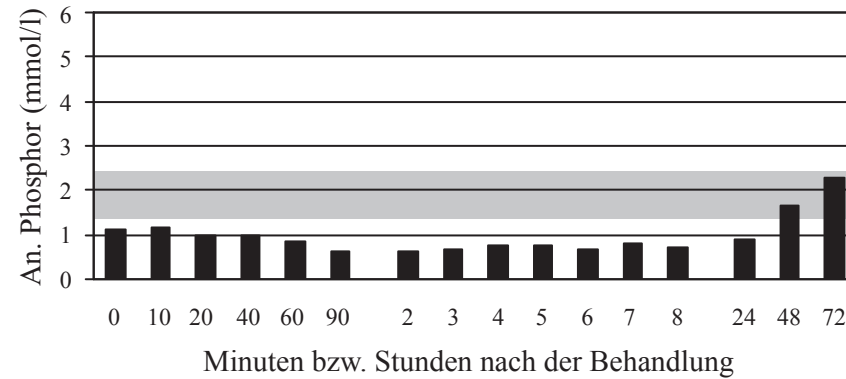
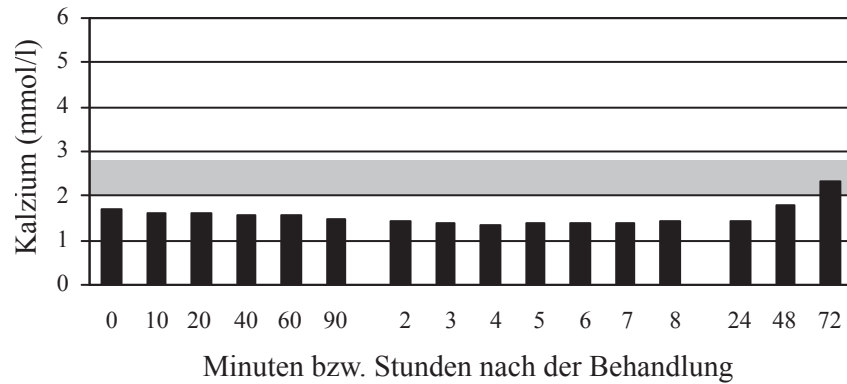
Kuh, Braunvieh, 7 Jahre, fünfte Laktation.

Vorbericht: Geburt ohne Zughilfe vor 19 Stunden, seit 2 Stunden Festliegen.

Klinische Befunde: 38.3 °C / 72 / 36, Festliegen in Brustlage.

Verlauf: Aufstehen 50 Minuten nach Behandlung. Kein Rezidiv. Anschliessend vollständige Erholung.

# Kuh 16 (Gruppe B, Kalziumlaktat oral)



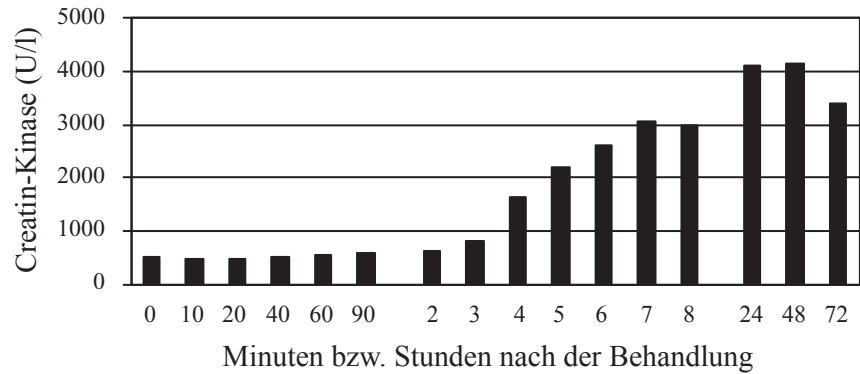
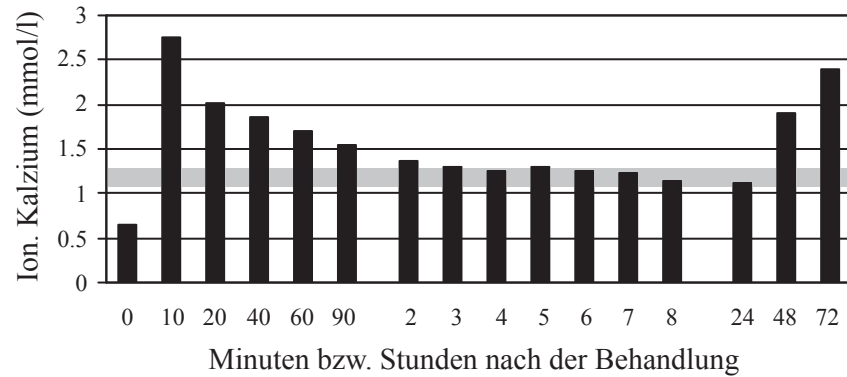
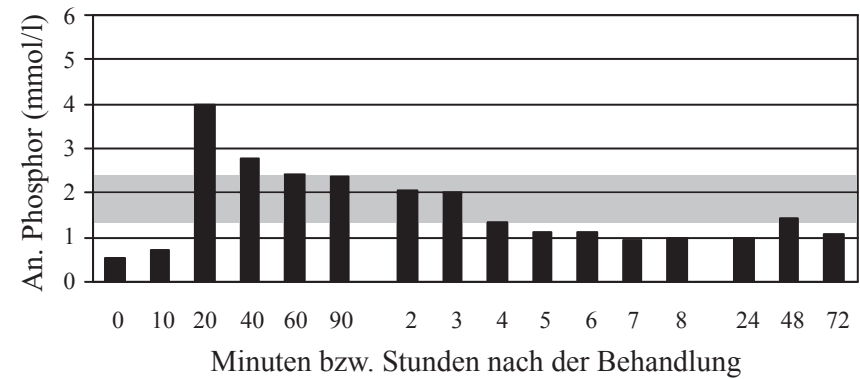
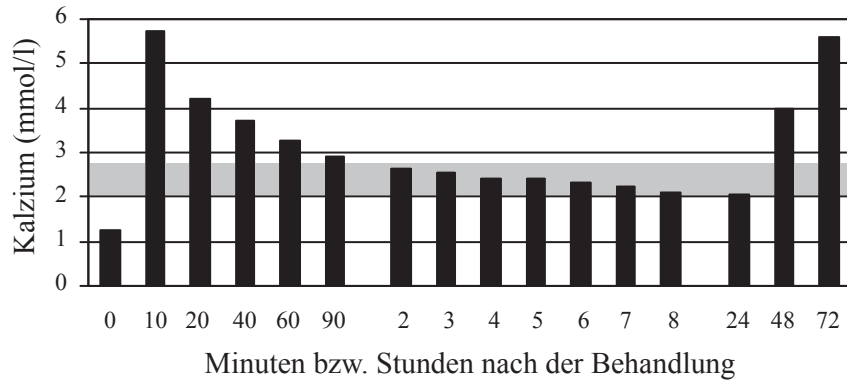
Kuh, Fleck, 10 Jahre, siebte Laktation.

Vorbericht: Spontangeburt mit leichter Zughilfe wenige Minuten vor Versuchsbeginn, gesunde Kuh post partum.

Klinische Befunde: 39.7 °C / 64 / 40, gesunde Kuh post partum.

Verlauf: Gesunde Kuh post partum, keine Probleme.

Kuh 17 (Gruppe D, Kalzium und Natriumphosphat intravenös im Sturz und Kalziumlaktat und Natriumphosphat oral)



Kuh, Fleck, 7 Jahre, vierte Laktation.

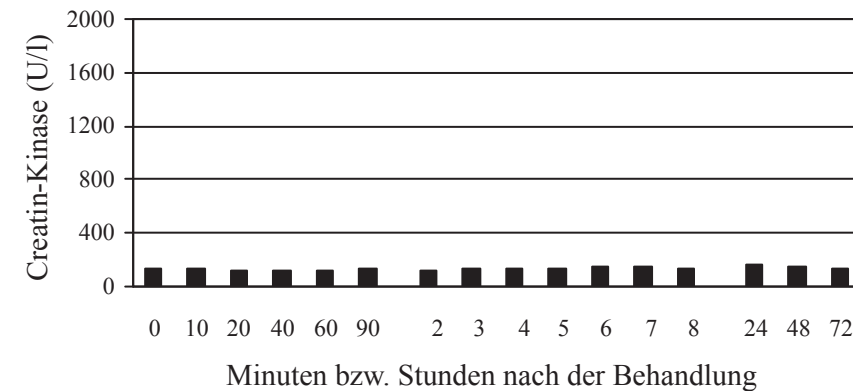
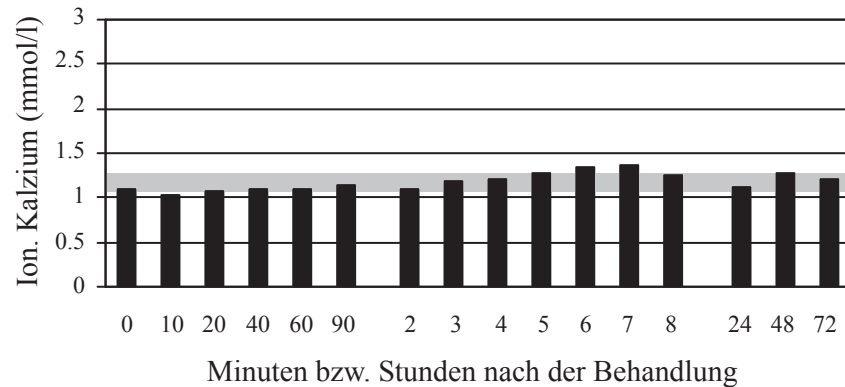
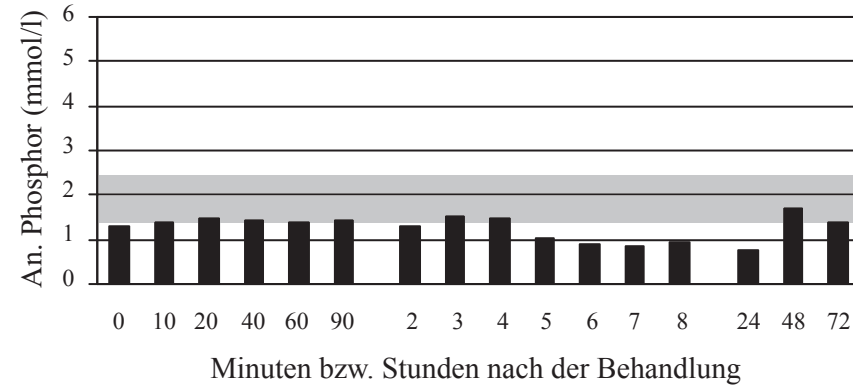
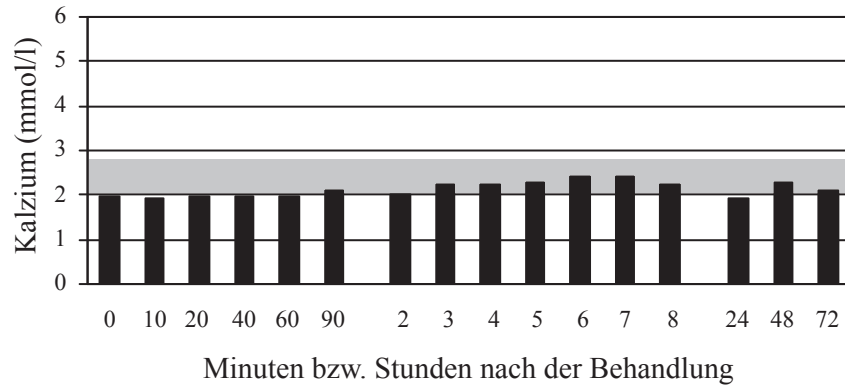
Vorbericht: Geburt ohne Zughilfe vor 22 Stunden, seit 7 Stunden Festliegen.

Klinische Befunde: 38.4 °C / 92 / 36, Festliegen in Brustlage.

Verlauf: Innerhalb von acht Stunden nicht aufgestanden, deshalb 300 ml Calcamyl-40 MP® als Sturzinfusion und 200 ml subkutan. Downer-Cow-Syndrom, wiederholte Calcamyl-40 MP®-Infusionen, während einer Woche Hilfe beim Aufstehen erforderlich, anschliessend vollständige Erholung.

Besonderes: Bei der Creatin-Kinase weicht die Skalierung der Ordinate wegen hohen Werten von denjenigen der übrigen Kühe ab.

# Kuh 18 (Gruppe B, Kalziumlaktat oral)



Kuh, Braunvieh, 10 Jahre, achte Laktation.

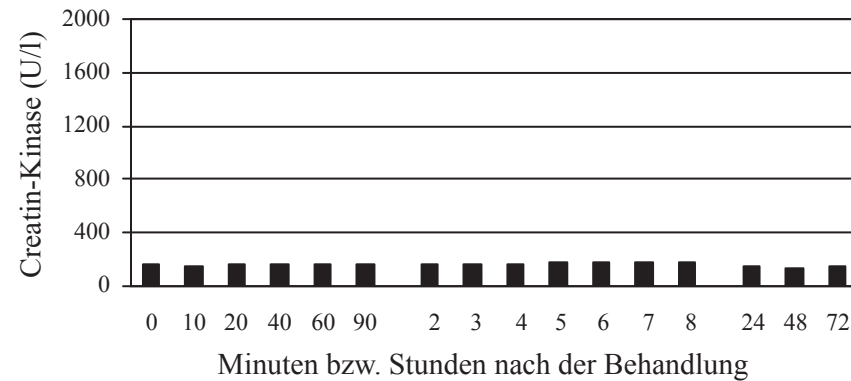
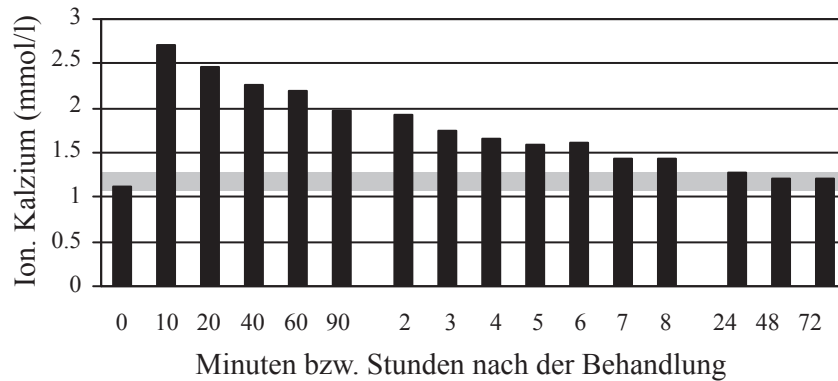
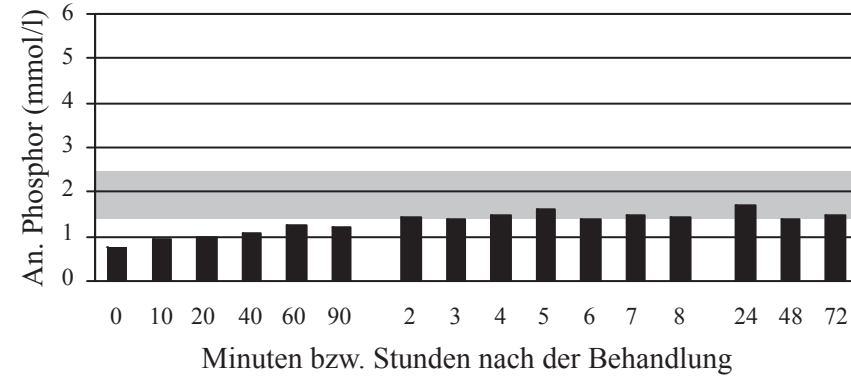
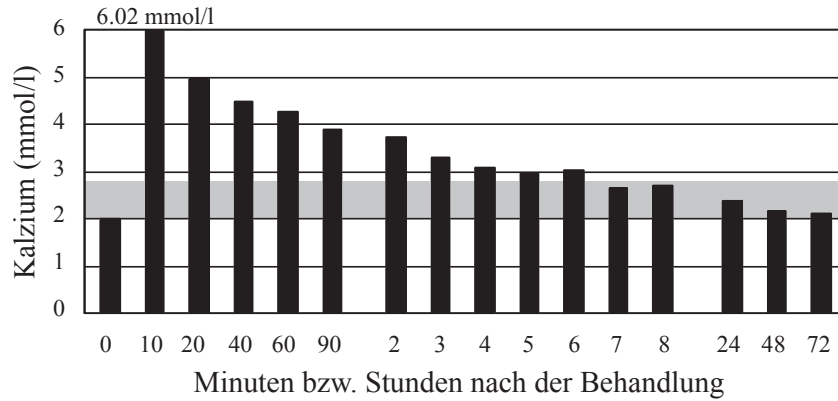
Vorbericht: Spontangeburt mit leichter Zughilfe wenige Minuten vor Versuchsbeginn, gesunde Kuh post partum.

Klinische Befunde: 38.5 °C / 100 / 40, gesunde Kuh post partum.

Verlauf: Gesunde Kuh post partum, keine Probleme während der Überwachungsphase, jedoch Festliegen 24 Stunden nach Geburt, deshalb 500 ml Calcamyl-40 MP<sup>®</sup> als Sturzinfusion. Anschliessend vollständige Erholung.



# Kuh 19 (Gruppe C, Kalzium intravenös im Sturz)



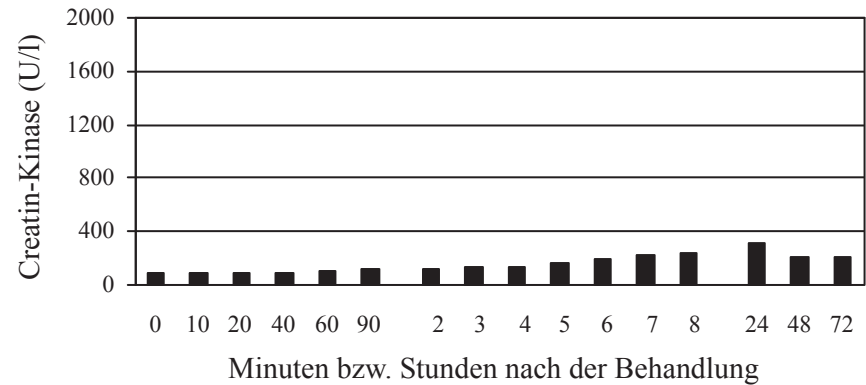
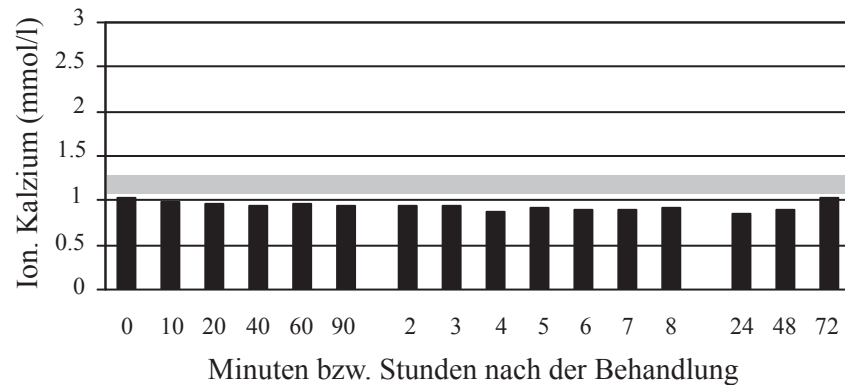
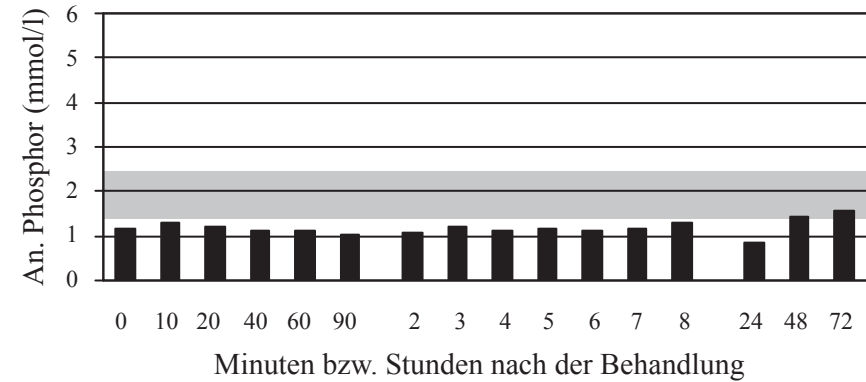
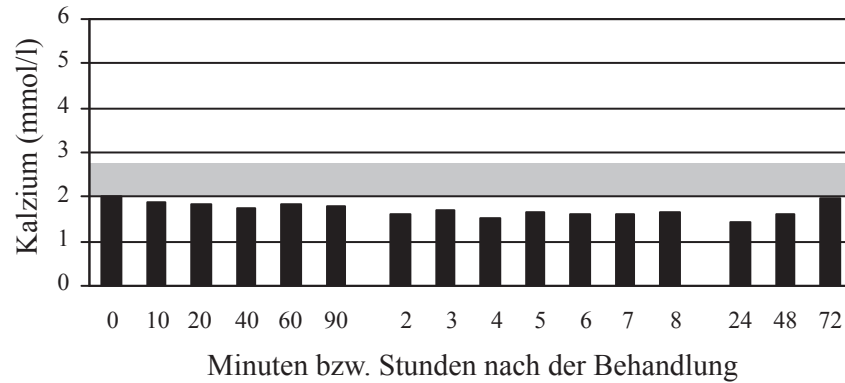
Kuh, Braunvieh, 10 Jahre, achte Laktation.

Vorbericht: Geburt mit leichter Zughilfe vor 24 Stunden, seit 2 Stunden Festliegen.

Klinische Befunde: 39.8 °C / 100 / 60, Festliegen in Brustlage.

Verlauf: Aufstehen 20 Minuten nach Behandlung. Kein Rezidiv. Anschliessend vollständige Erholung.

Kuh 20 (Gruppe A, Wasser oral)



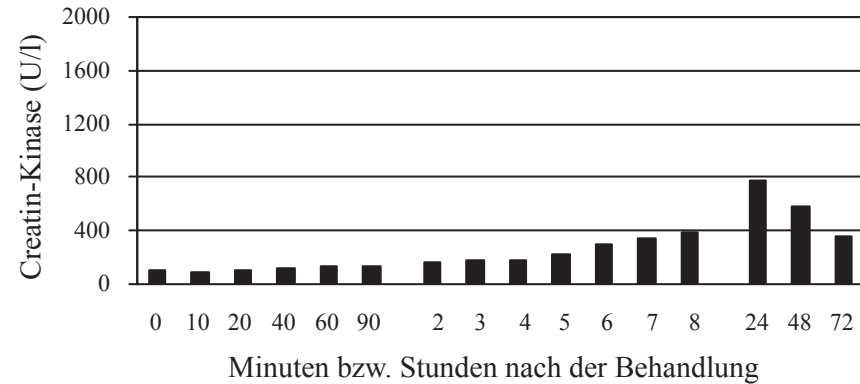
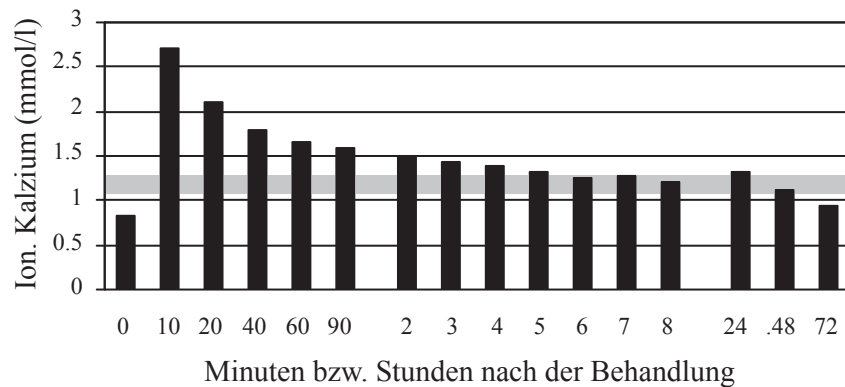
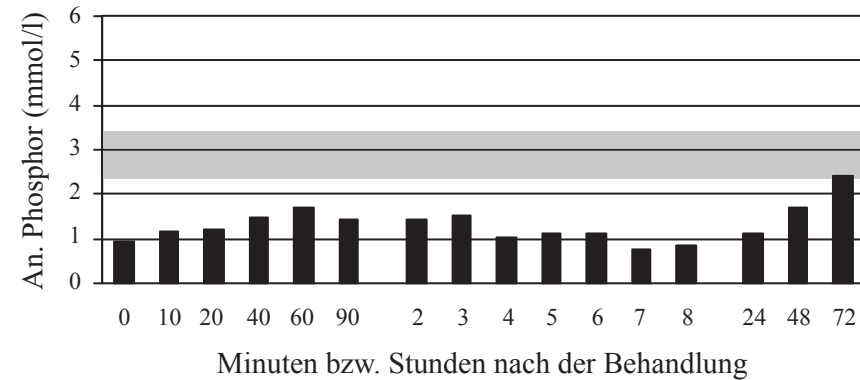
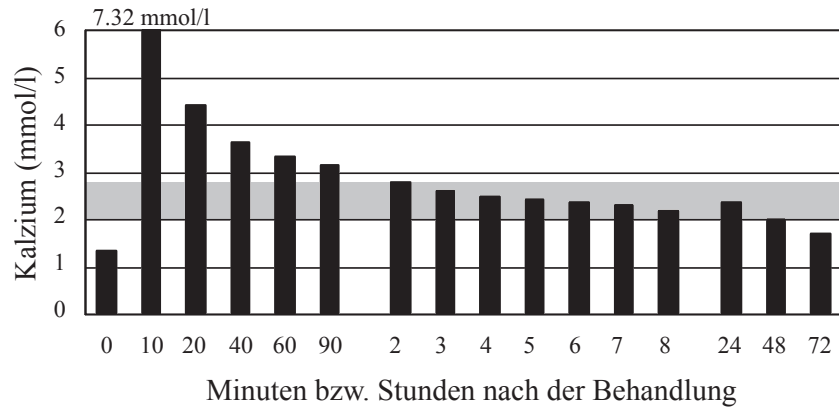
Kuh, Braunvieh, 3 Jahre, zweite Laktation.

Vorbericht: Geburt mit Zughilfe wenige Minuten vor Versuchsbeginn, gesunde Kuh post partum.

Klinische Befunde: 38.7 °C / 88 / 40, gesunde Kuh post partum.

Verlauf: Gesunde Kuh post partum, keine Probleme.

# Kuh 21 (Gruppe C, Kalzium intravenös im Sturz)



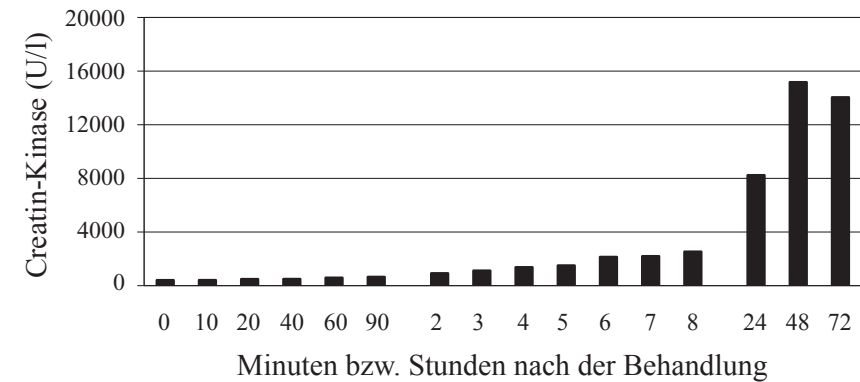
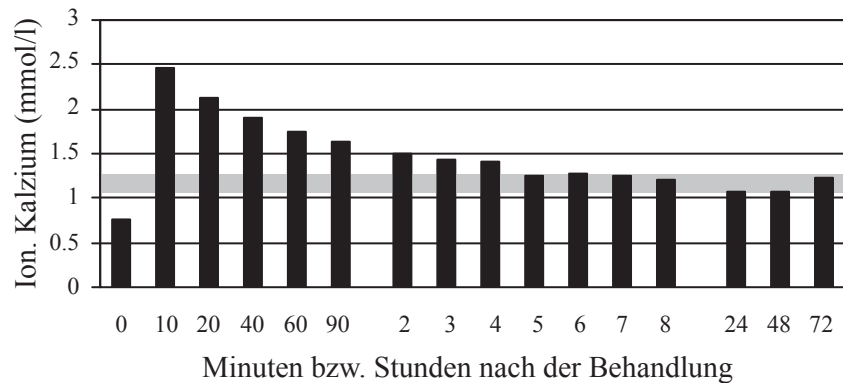
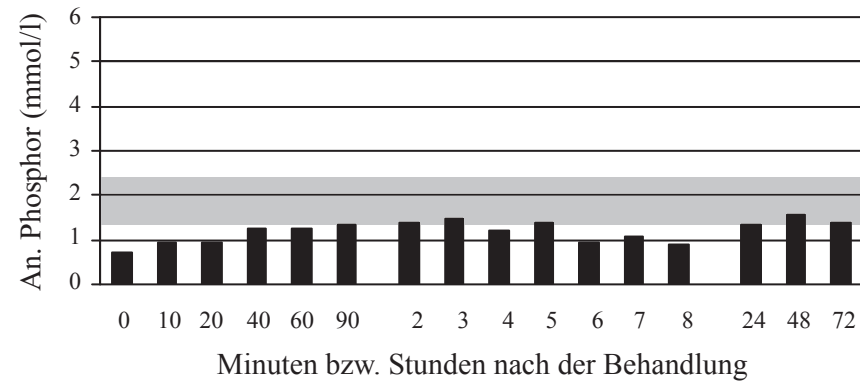
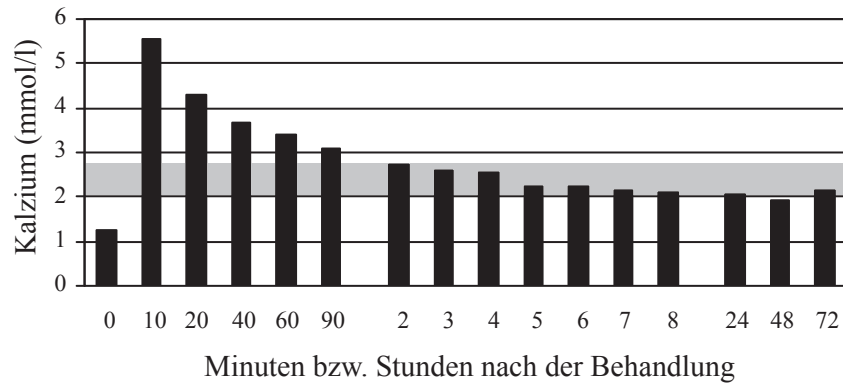
Kuh, Holstein-Friesian, 7 Jahre, fünfte Laktation.

Vorbericht: Spontangeburt ohne Zughilfe vor 11 Stunden, seit 1 Stunde Festliegen.

Klinische Befunde: 38.4 °C / 84 / 36, Festliegen in Brustlage.

Verlauf: Innerhalb von acht Stunden nicht aufgestanden, deshalb 300 ml Calcamyl-40 MP® als Sturzinfusion und 200 ml subkutan. Nach 24 Stunden immer noch nicht stehend, deshalb 500ml Calcamyl-40 MP® als Sturzinfusion, danach Aufstehen. Kein Rezidiv und vollständige Erholung.

Kuh 22 (Gruppe C, Kalzium intravenös im Sturz)



Kuh, Holstein-Friesian, 6 Jahre, vierte Laktation.

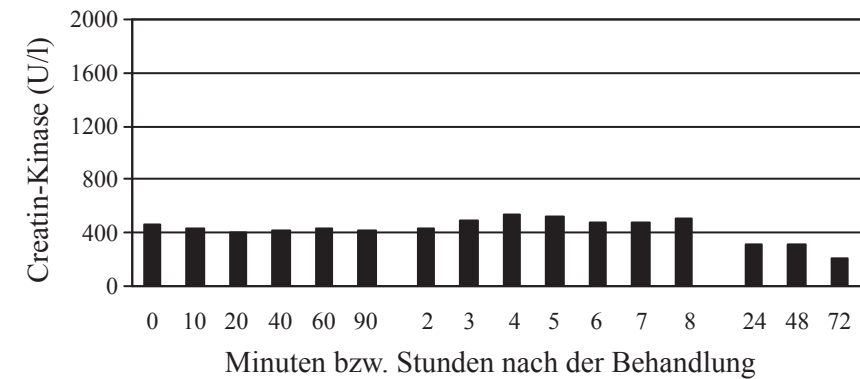
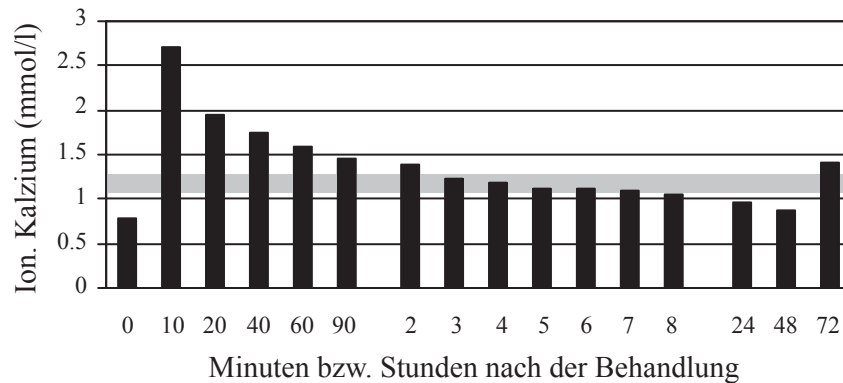
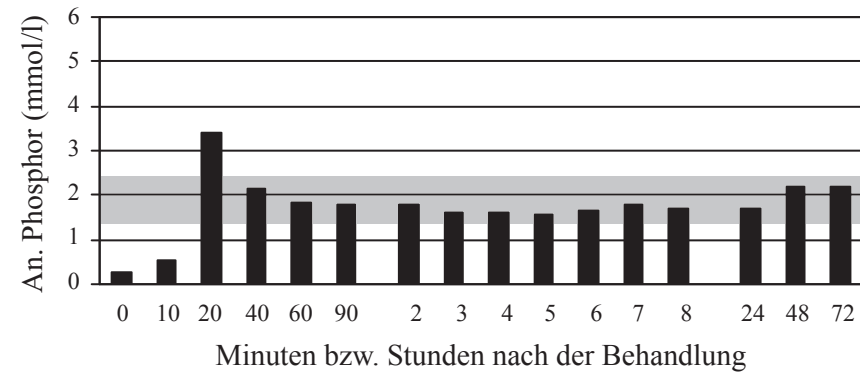
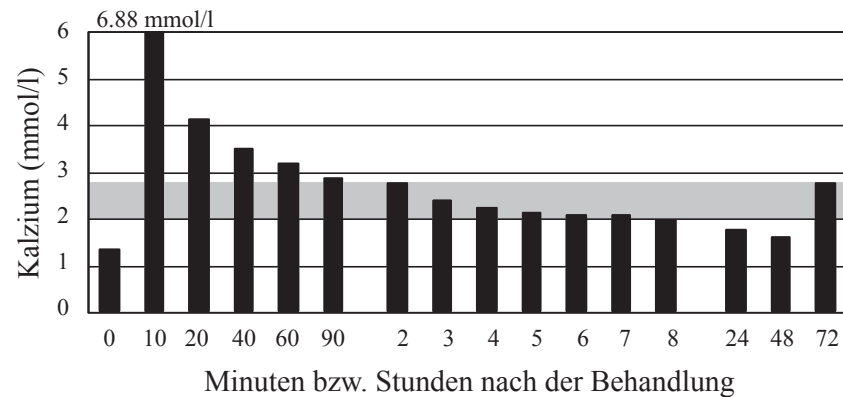
Vorbericht: Spontangeburt ohne Zughilfe vor 24 Stunden, seit 4 Stunden Festliegen.

Klinische Befunde: 37.3 °C / 68 / 28, Festliegen in Brustlage.

Verlauf: Innerhalb von acht Stunden nicht aufgestanden, deshalb 300 ml Calcamyl-40 MP® als Sturzinfusion und 200 ml subkutan. Downer-Cow-Syndrom, wiederholte Behandlungen mit Calcamyl-40 MP®, braucht während einer Woche Hilfe beim Aufstehen. Anschliessend vollständige Erholung.

Besonderes: Bei der Creatin-Kinase weicht die Skalierung der Ordinate wegen hohen Werten von denjenigen der übrigen Kühe ab.

Kuh 23 (Gruppe D, Kalzium und Natriumphosphat intravenös im Sturz und Kalziumlaktat und Natriumphosphat oral)



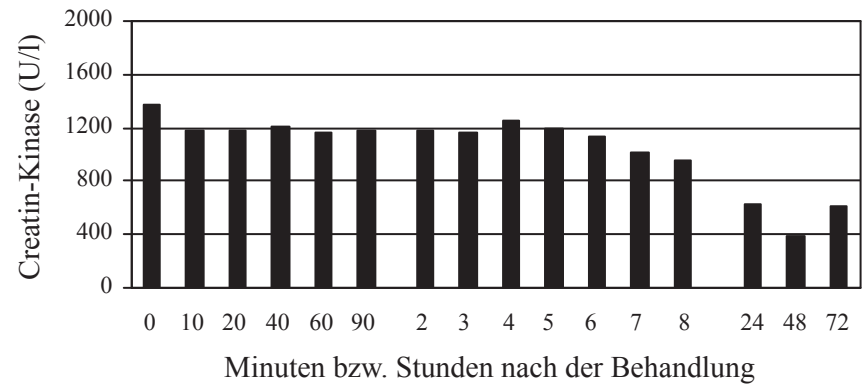
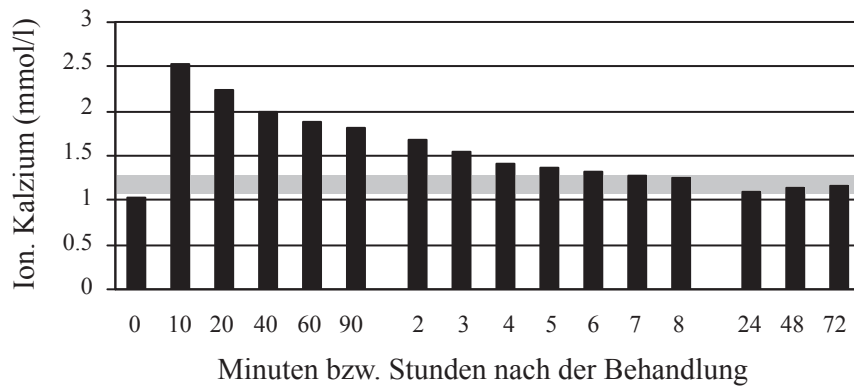
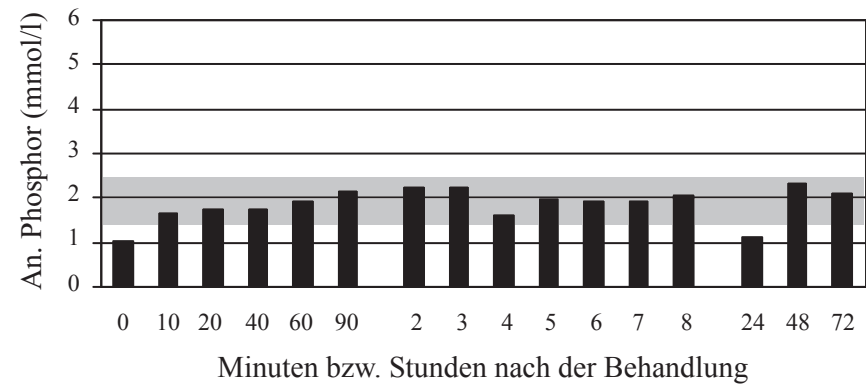
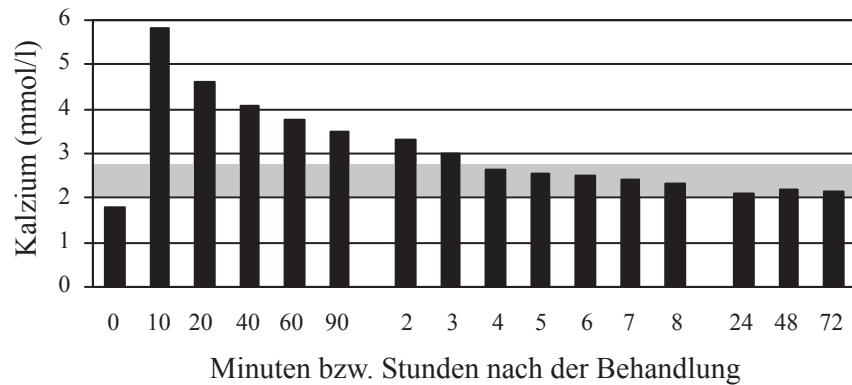
Kuh, Fleck, 7 Jahre, fünfte Laktation.

Vorbericht: Geburt mit Zughilfe vor 14 Stunden, seit 6 Stunden Festliegen.

Klinische Befunde: 39.1 °C / 84 / 36, Festliegen in Brustlage.

Verlauf: Aufstehen drei Stunden nach Behandlung. Rezidiv nach 5 Stunden, deshalb 300 ml Calcamyl-40 MP® als Sturzinfusion und 200 ml subkutan. Anschliessend vollständige Erholung.

Kuh 24 (Gruppe C, Kalzium intravenös im Sturz)



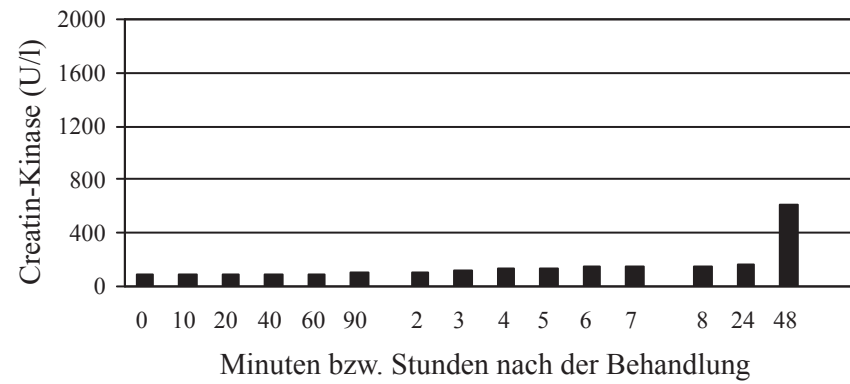
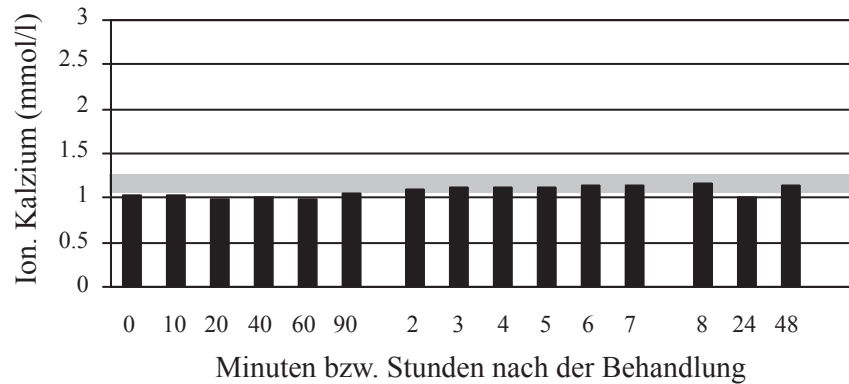
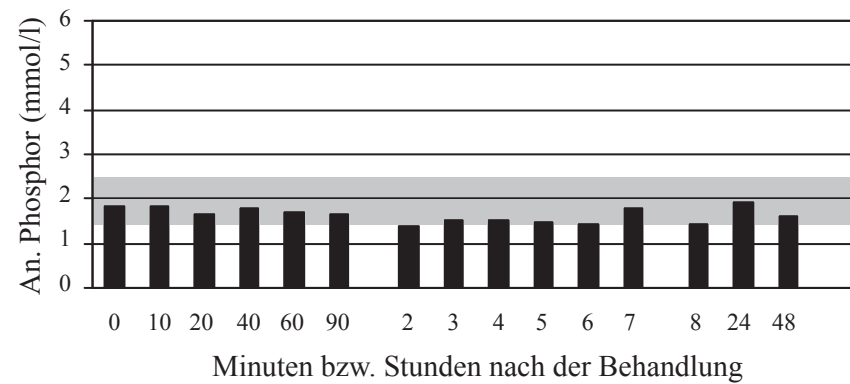
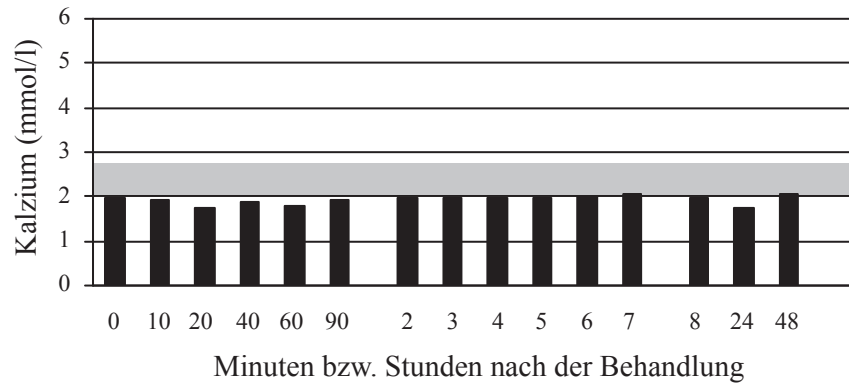
Kuh, Fleck, 6 Jahre, vierte Laktation.

Vorbericht: Geburt mit leichter Zughilfe vor 18 Stunden, seit 1 Stunde Festliegen.

Klinische Befunde: 38.7 °C / 104 / 40, Festliegen in Brustlage.

Verlauf: Aufstehen drei Stunden nach Behandlung. Rezidiv nach 24 Stunden, deshalb 500 ml Calcamyl-40 MP® als Sturzinfusion. Anschliessend vollständige Erholung.

Kuh 25 (Gruppe A, Wasser oral)



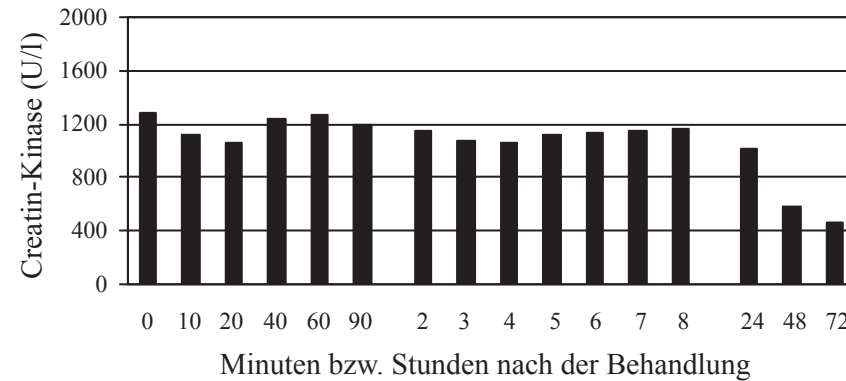
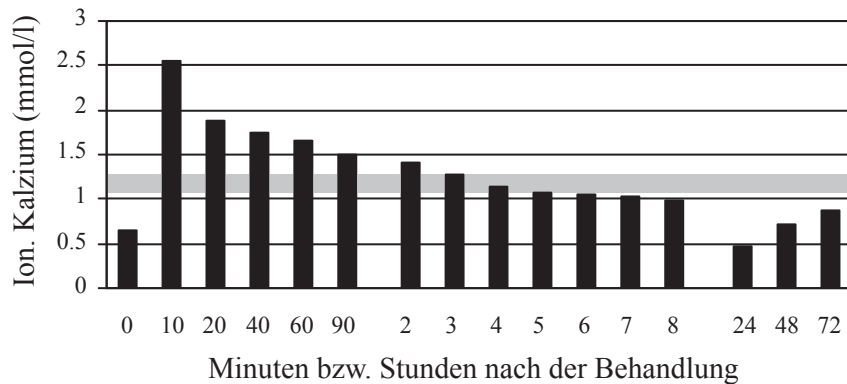
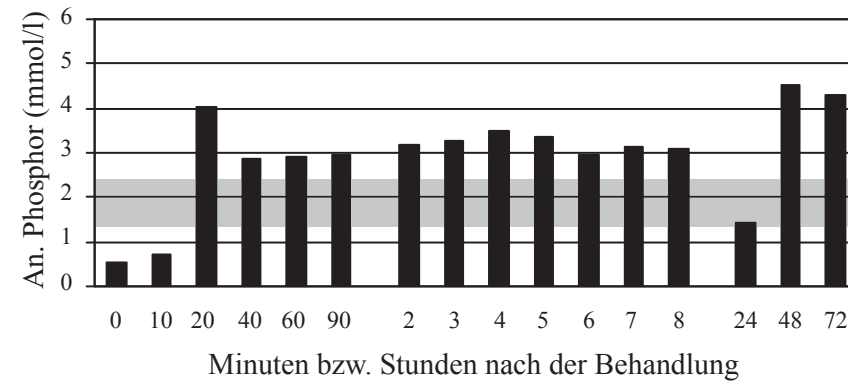
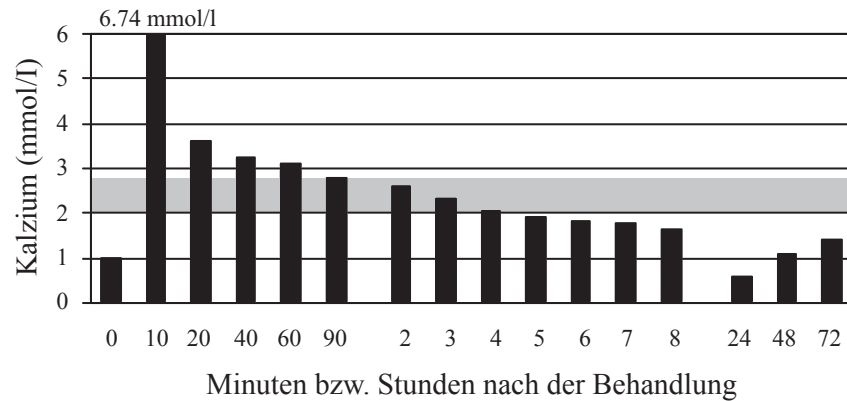
Kuh, Braunvieh, 9 Jahre, siebte Laktation.

Vorbericht: Spontangeburt ohne Zughilfe wenige Minuten vor Versuchsbeginn, gesunde Kuh post partum.

Klinische Befunde: 38.7 °C / 104 / 44, gesunde Kuh post partum.

Verlauf: Gesunde Kuh post partum, keine Probleme.

Kuh 26 (Gruppe D, Kalzium und Natriumphosphat intravenös im Sturz und Kalziumlaktat und Natriumphosphat oral)



Kuh, Fleck, 9 Jahre, siebte Laktation.

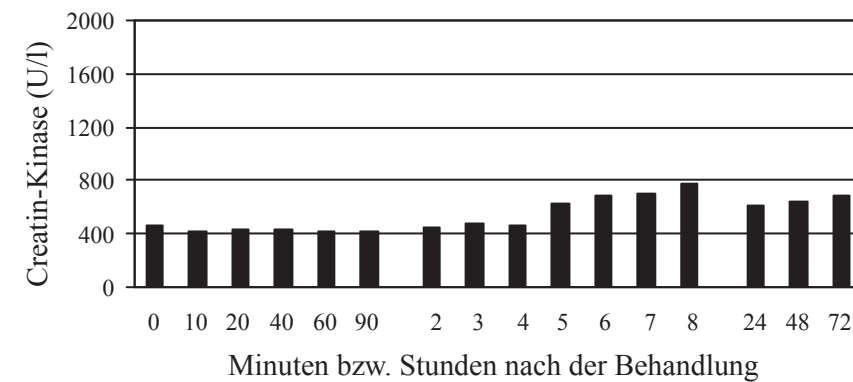
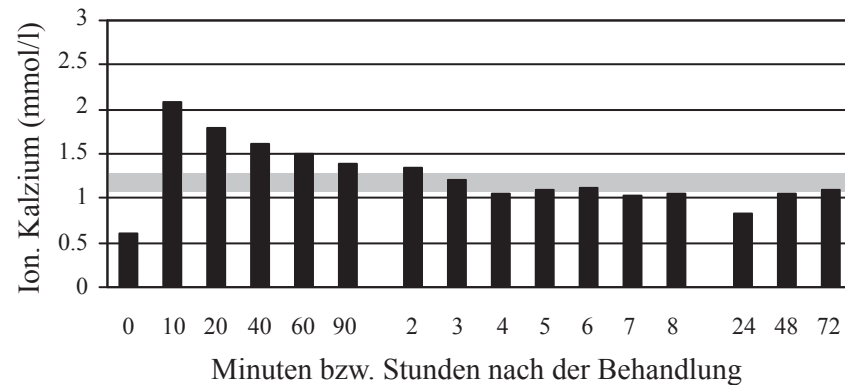
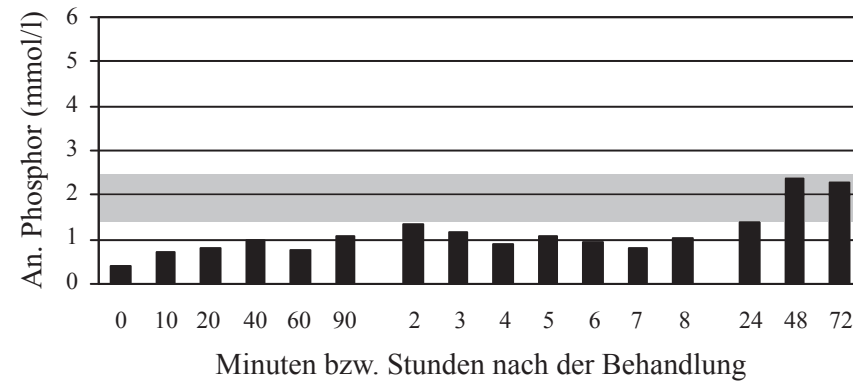
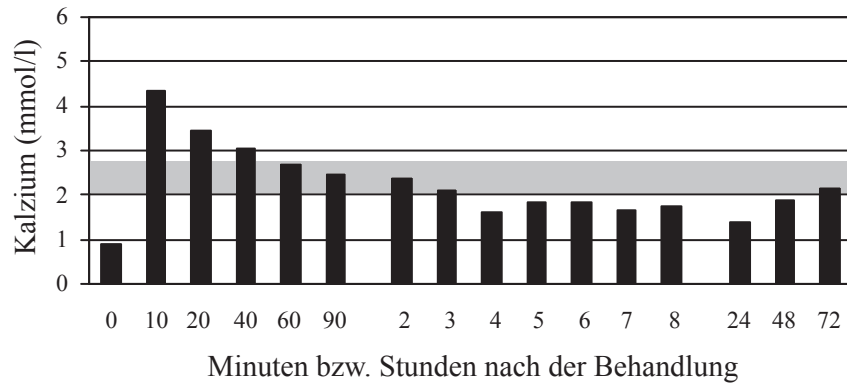
Vorbericht: Spontangeburt ohne Zughilfe vor 9 Stunden, seit 5 Stunden Festliegen.

Klinische Befunde: 38.5 °C / 84 / 28, Festliegen in Brustlage.

Verlauf: Aufstehen zehn Minuten nach Behandlung. Rezidiv nach 24 Stunden, deshalb 500 ml Calcamyl-40 MP® als Sturzinfusion. Anschliessend vollständige Erholung.



Kuh 27 (Gruppe C, Kalzium intravenös im Sturz)



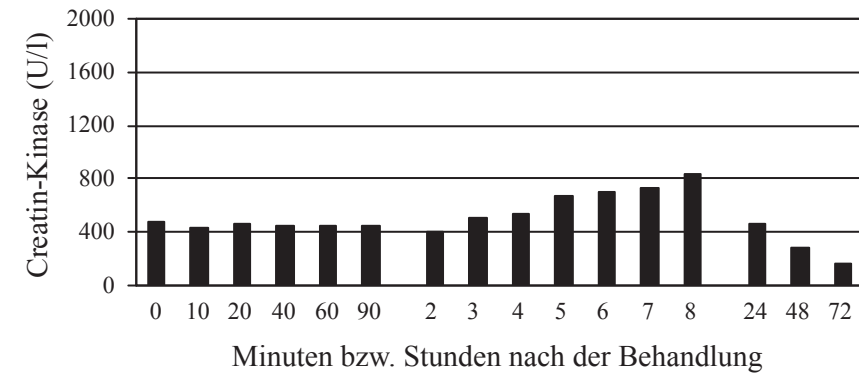
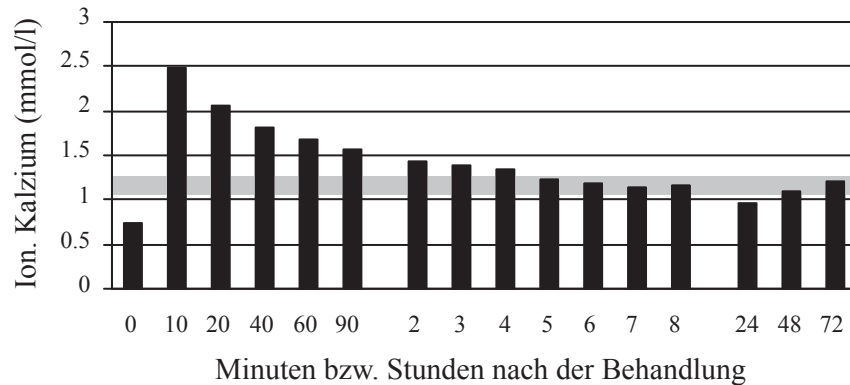
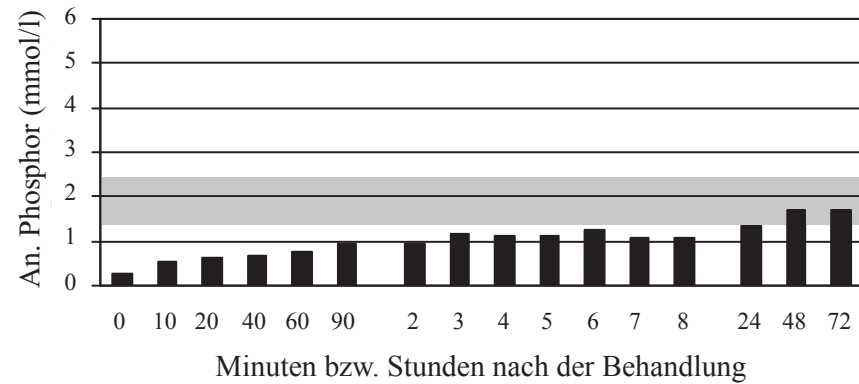
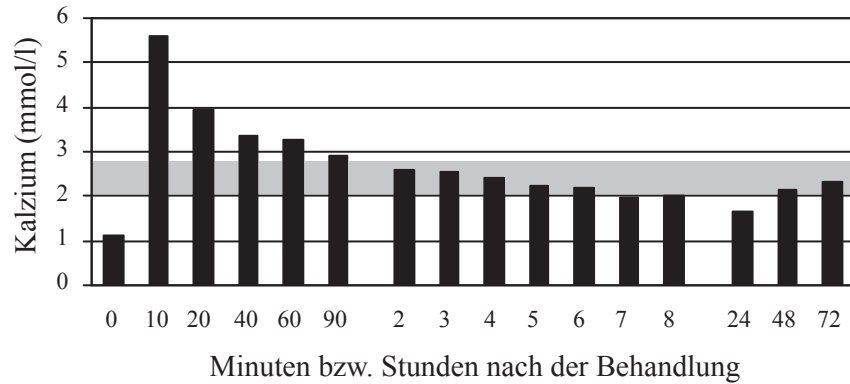
Kuh, Braunvieh, 7 Jahre, fünfte Laktation.

Vorbericht: Spontangeburt ohne Zughilfe vor 22 Stunden, seit 2 Stunden Festliegen.

Klinische Befunde: 38.5 °C / 72 / 20, Festliegen in Brustlage.

Verlauf: Aufstehen zwei Stunden nach Behandlung. Kein Rezidiv, anschliessend vollständige Erholung.

Kuh 28 (Gruppe C, Kalzium intravenös im Sturz)



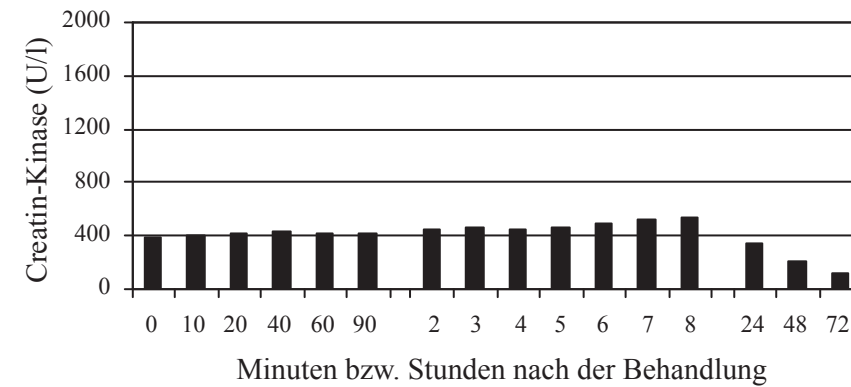
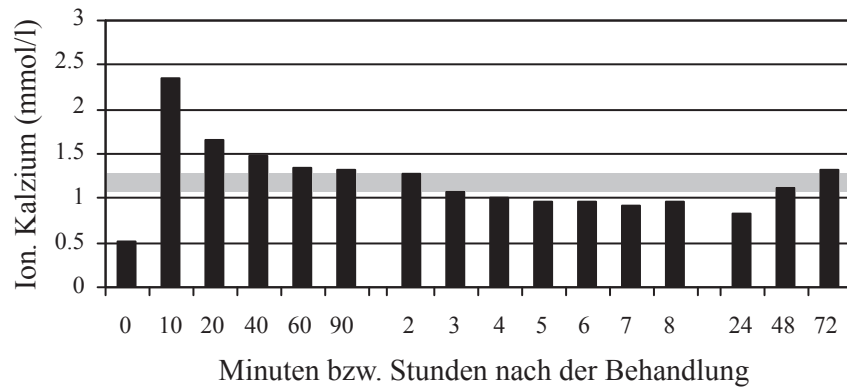
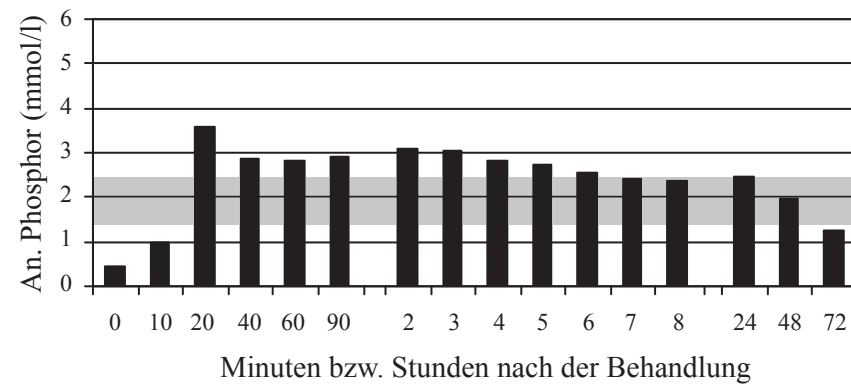
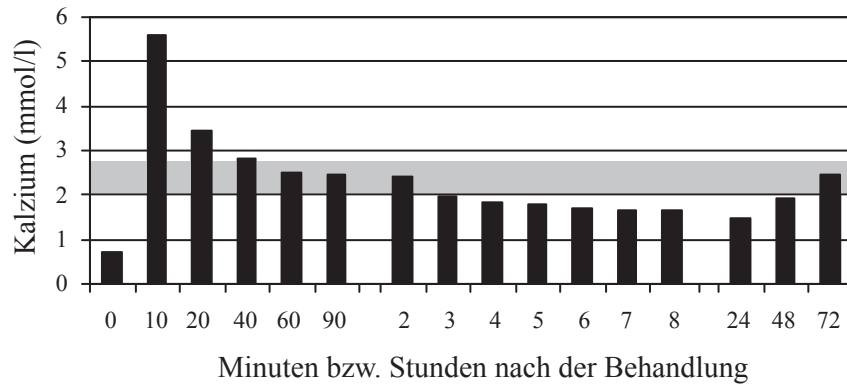
Kuh, Fleck, 10 Jahre, achte Laktation.

Vorbericht: Geburt mit leichter Zughilfe vor 17 Stunden, seit 6 Stunden Festliegen.

Klinische Befunde: 39.1 °C / 76 / 44, Festliegen in Brustlage.

Verlauf: Aufstehen vier Stunden nach Behandlung. Kein Rezidiv, anschliessend vollständige Erholung.

Kuh 29 (Gruppe D, Kalzium und Natriumphosphat intravenös im Sturz und Kalziumlaktat und Natriumphosphat oral)



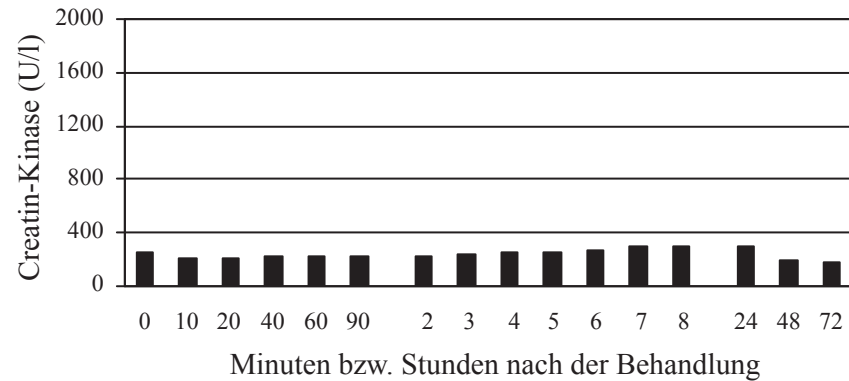
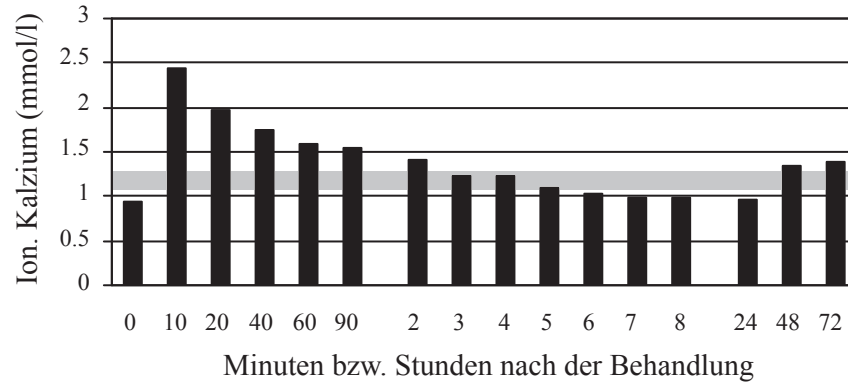
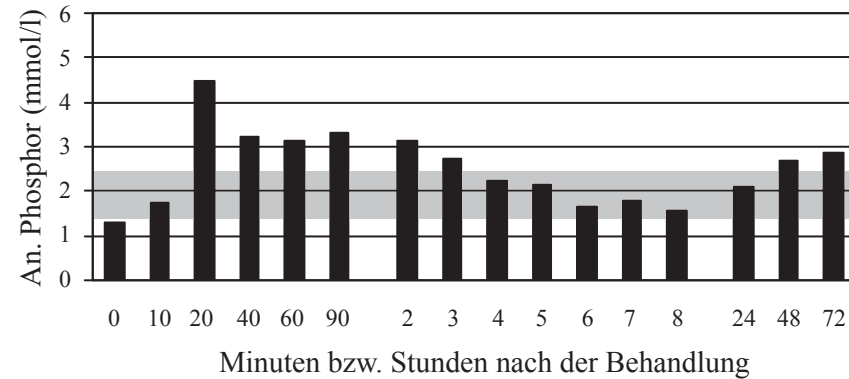
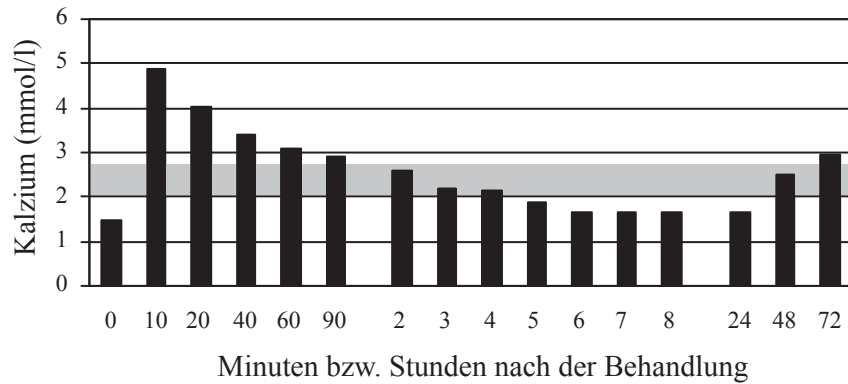
Kuh, Braunvieh, 6 Jahre, vierte Laktation.

Vorbericht: Geburt mit leichter Zughilfe vor 24 Stunden, seit 2 Stunden Festliegen.

Klinische Befunde: 38.3 °C / 68 / 32, Festliegen in Brustlage.

Verlauf: Aufstehen zwei Stunden nach Behandlung. Kein Rezidiv, anschließend vollständige Erholung.

Kuh 30 (Gruppe D, Kalzium und Natriumphosphat intravenös im Sturz und Kalziumlaktat und Natriumphosphat oral)



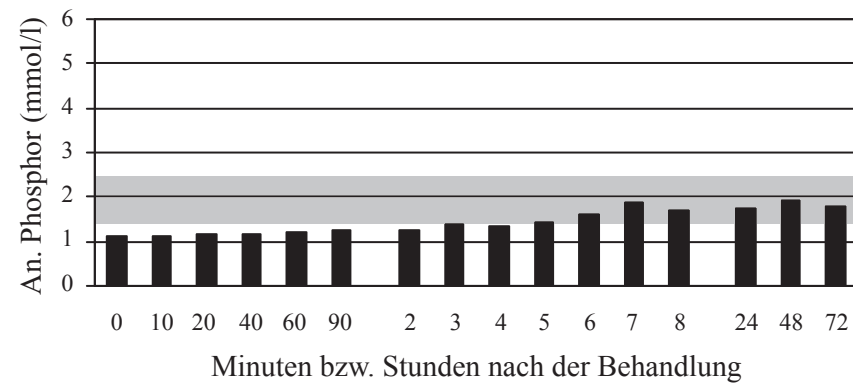
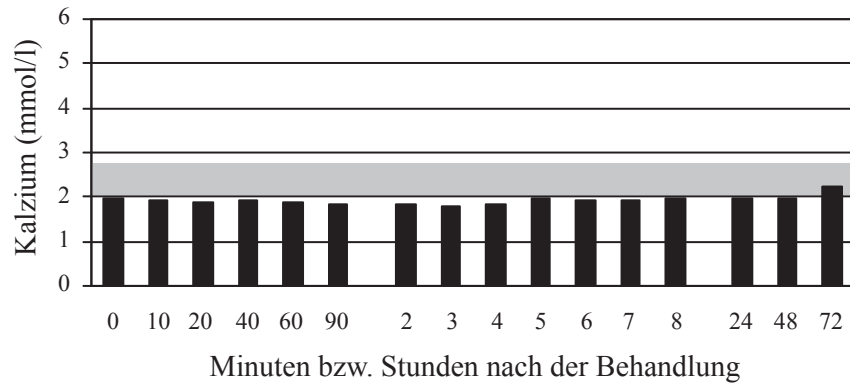
Kuh, Fleck, 7 Jahre, fünfte Laktation.

Vorbericht: Spontangeburt ohne Zughilfe vor 17 Stunden, seit 3 Stunden Festliegen.

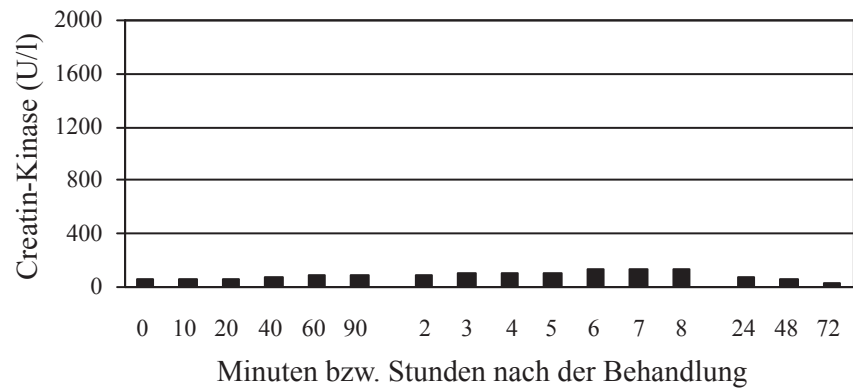
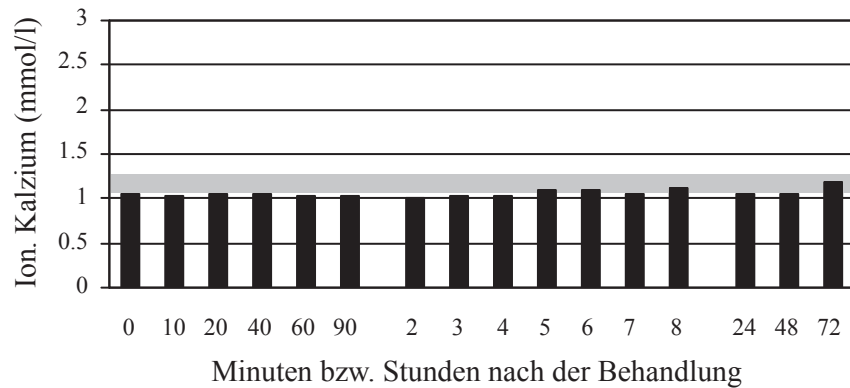
Klinische Befunde: 38.2 °C / 92 / 44, Festliegen in Brustlage.

Verlauf: Aufstehen zwei Stunden nach Behandlung. Kein Rezidiv, anschliessend vollständige Erholung.

Kuh 31 (Gruppe A, Wasser oral)



601



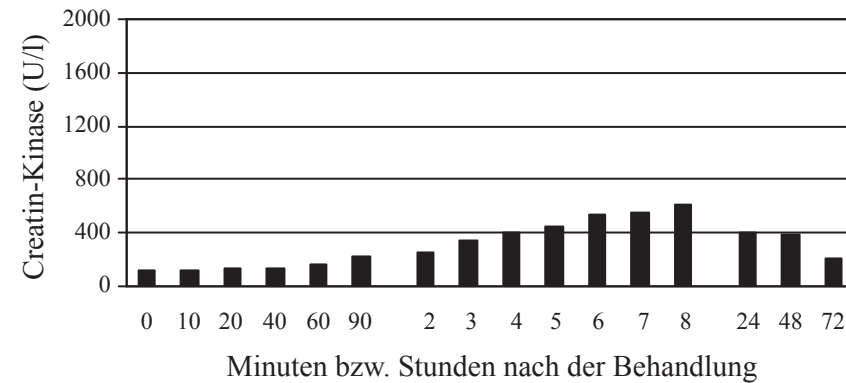
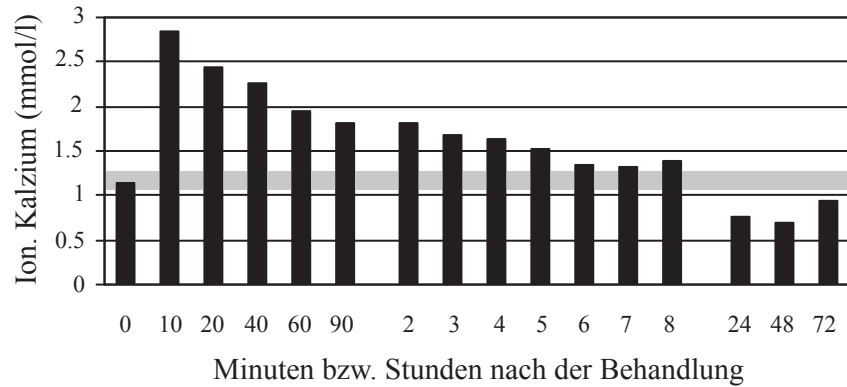
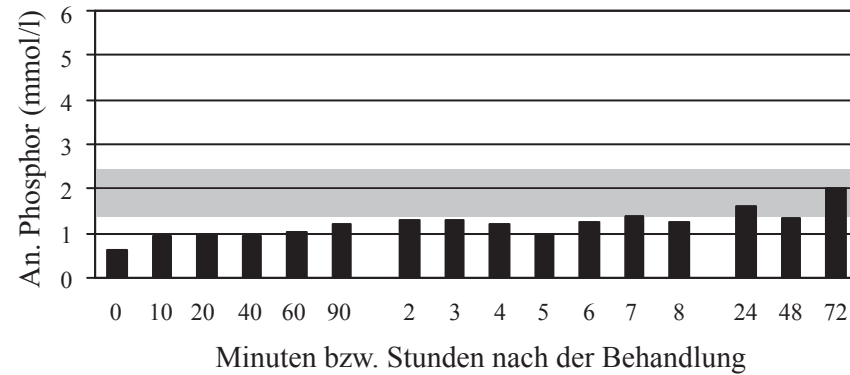
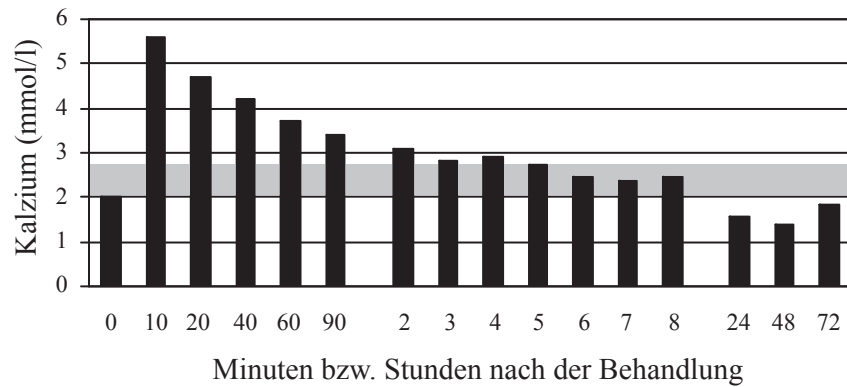
Kuh, Braunvieh, 4 Jahre, zweite Laktation.

Vorbericht: Spontangeburt ohne Zughilfe vor wenigen Minuten, gesunde Kuh post partum.

Klinische Befunde: 38.6 °C / 84 / 44, gesunde Kuh post partum.

Verlauf: Gesunde Kuh post partum, keine Probleme.

Kuh 32 (Gruppe C, Kalzium intravenös im Sturz)



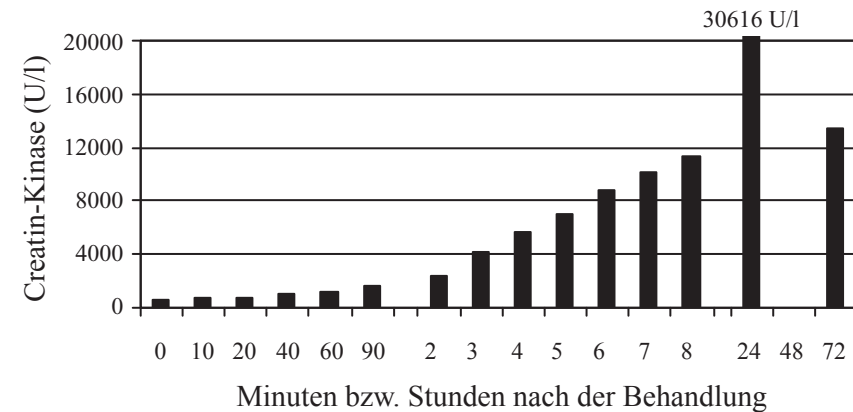
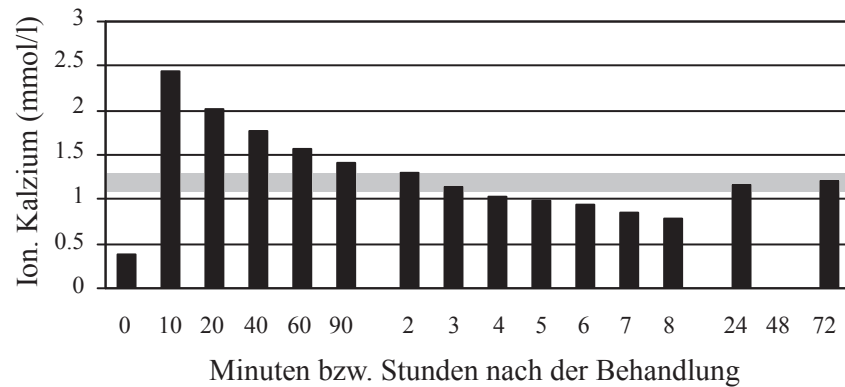
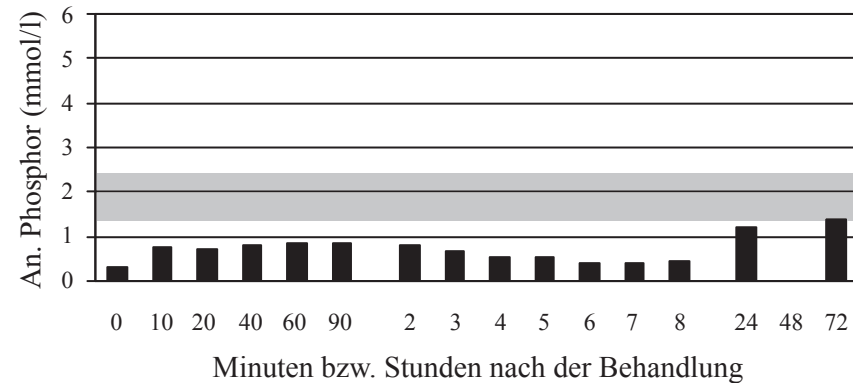
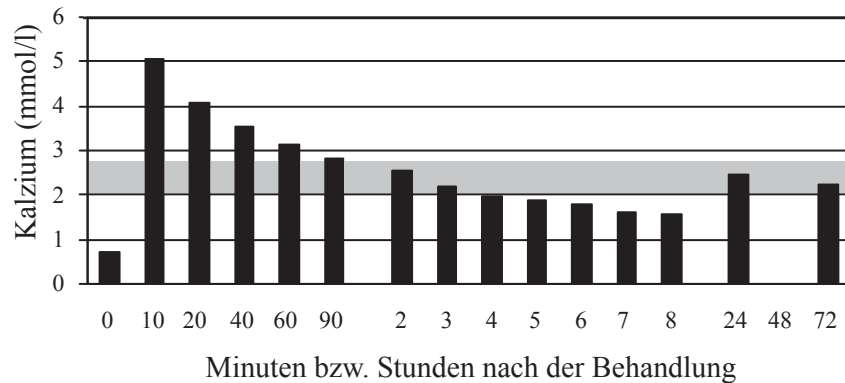
Kuh, Holstein-Friesian, 6 Jahre, fünfte Laktation.

Vorbericht: Geburt mit Zughilfe vor 3 Stunden, seit 3 Stunden Festliegen.

Klinische Befunde: 38.9 °C / 84 / 28, Festliegen in Brustlage.

Verlauf: Aufstehen sechs Stunden nach Behandlung. Kein Rezidiv, anschliessend vollständige Erholung.

Kuh 33 (Gruppe C, Kalzium intravenös im Sturz)



Kuh, Braunvieh, 9 Jahre, sechste Laktation.

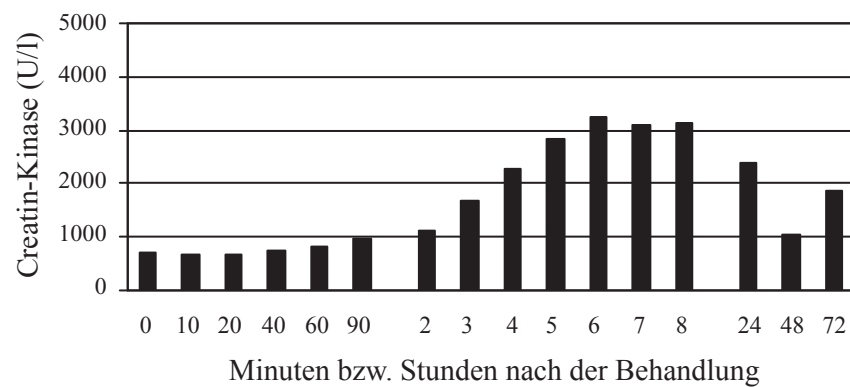
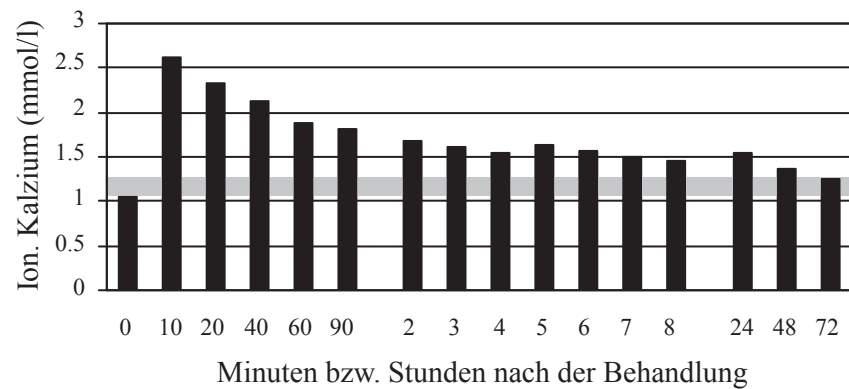
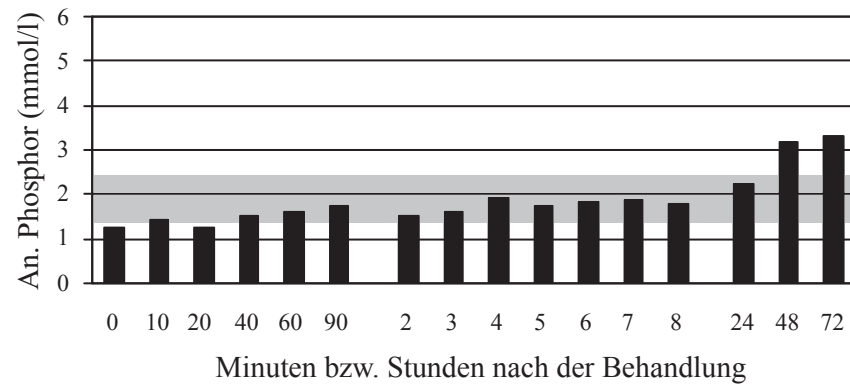
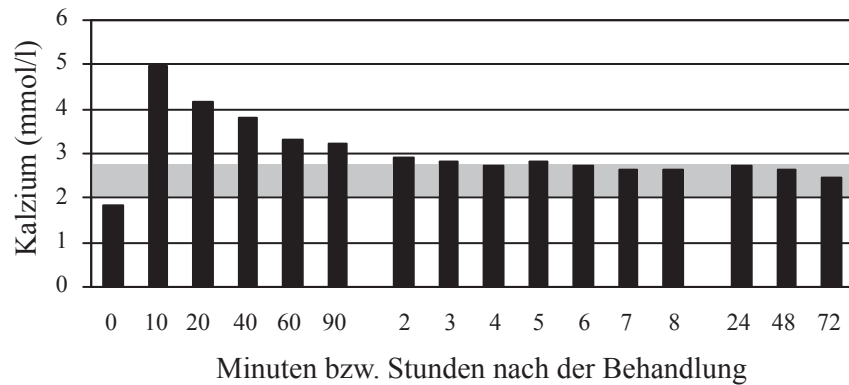
Vorbericht: Spontangeburt ohne Zughilfe vor 18 Stunden, seit 5 Stunden Festliegen.

Klinische Befunde: 37.1 °C / 56 / 32, Festliegen in Seitenlage.

Verlauf: Innerhalb von acht Stunden nicht aufgestanden, deshalb 300 ml Calcamyl-40 MP® als Sturzinjektion und 200 ml subkutan. Downer-Cow-Syndrom. Wiederholte Behandlungen während der nächsten fünf Tage, ohne Erfolg, Schlachtung.

Besonderes: Bei der Creatin-Kinase weicht die Skalierung der Ordinate wegen hohen Werten von denjenigen der übrigen Kühe ab.

Kuh 34 (Gruppe C, Kalzium intravenös im Sturz)



Kuh, Braunvieh, 9 Jahre, siebte Laktation.

Vorbericht: Spontangeburt ohne Zughilfe vor 7 Stunden, seit 2 Stunden Festliegen.

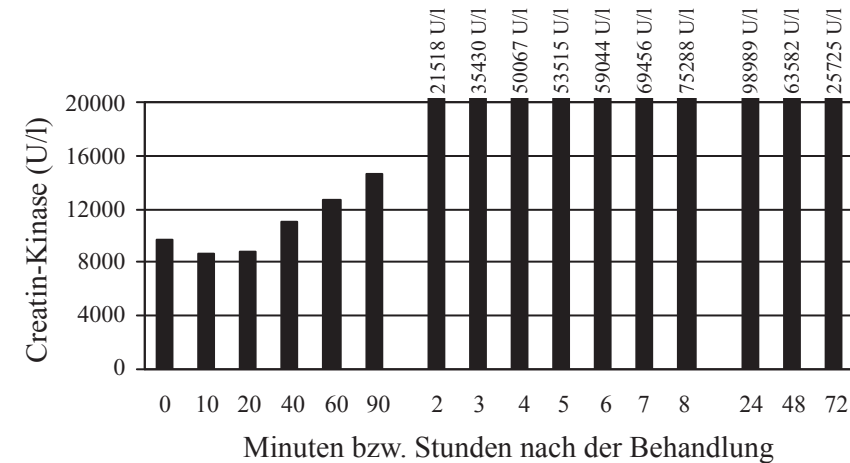
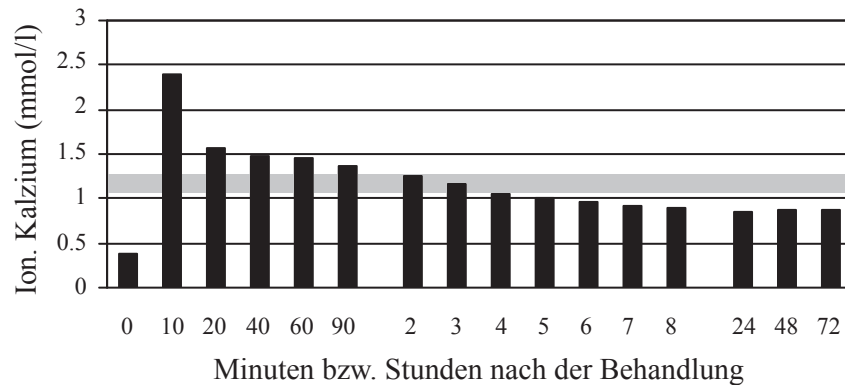
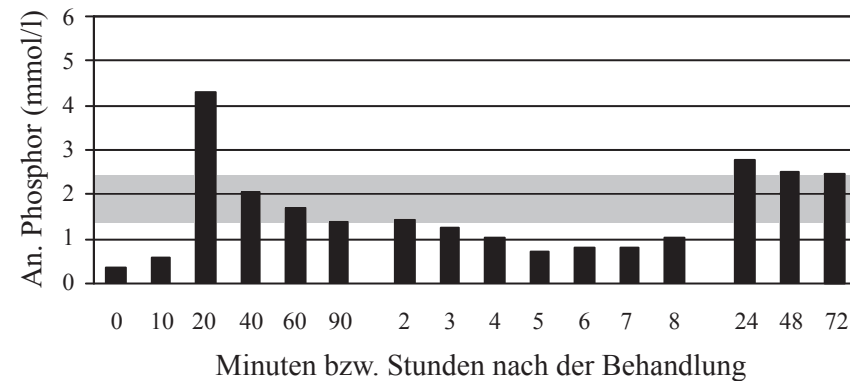
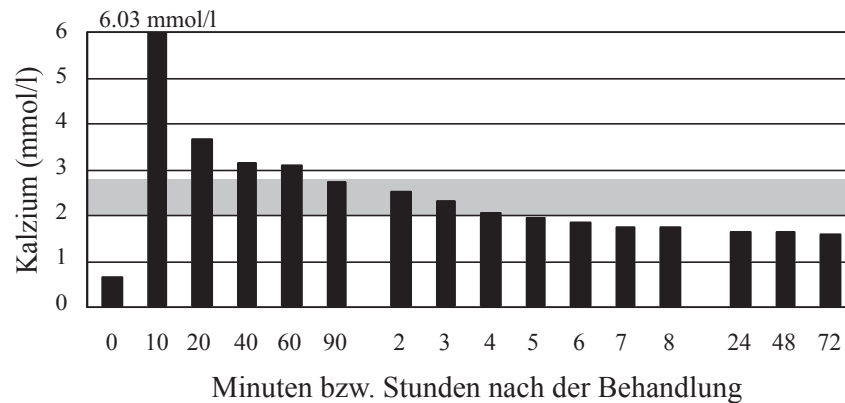
Klinische Befunde: 38.5 °C / 80 / 32, Festliegen in Brustlage.

Verlauf: Aufstehen 20 Minuten nach Behandlung. Kein Rezidiv, anschließend vollständige Erholung.

Besonderes: Bei der Creatin-Kinase weicht die Skalierung der Ordinate wegen hohen Werten von denjenigen der übrigen Kühe ab.



Kuh 35 (Gruppe D, Kalzium und Natriumphosphat intravenös im Sturz und Kalziumlaktat und Natriumphosphat oral)



Kuh, Fleck, 6 Jahre, vierte Laktation.

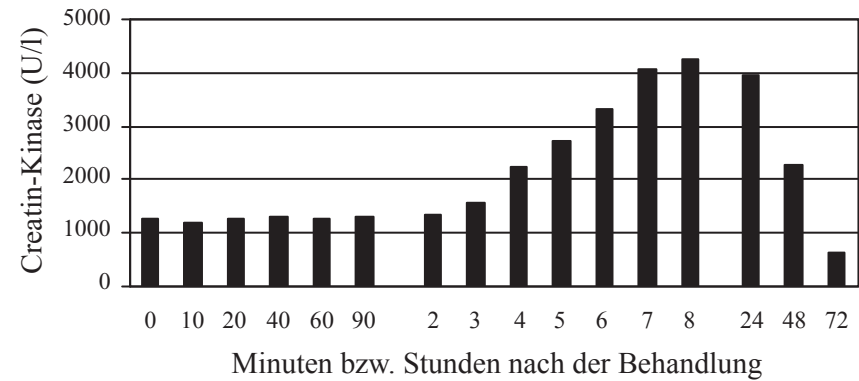
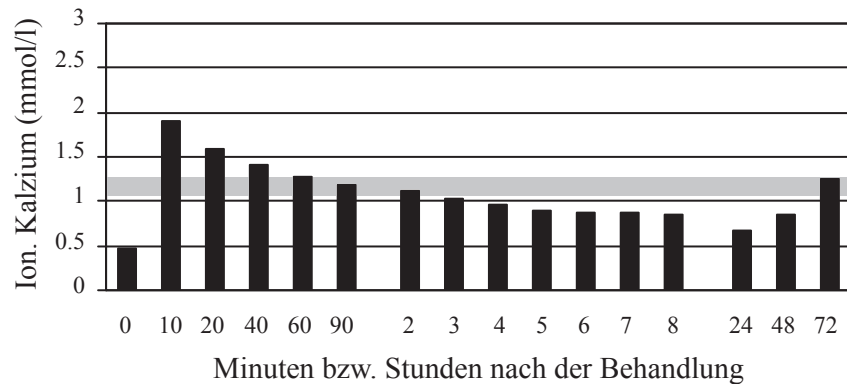
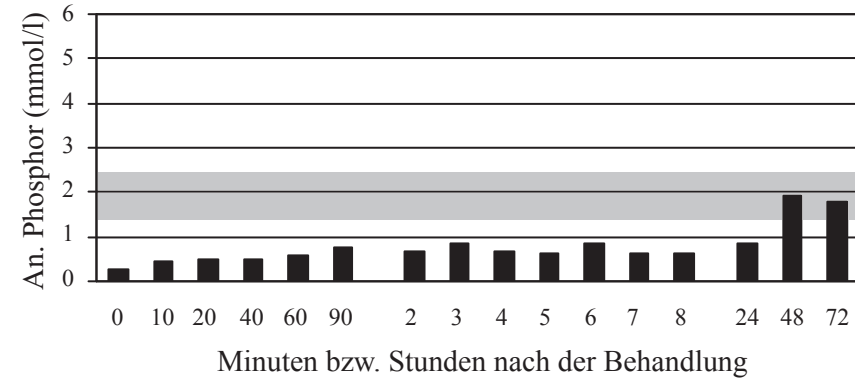
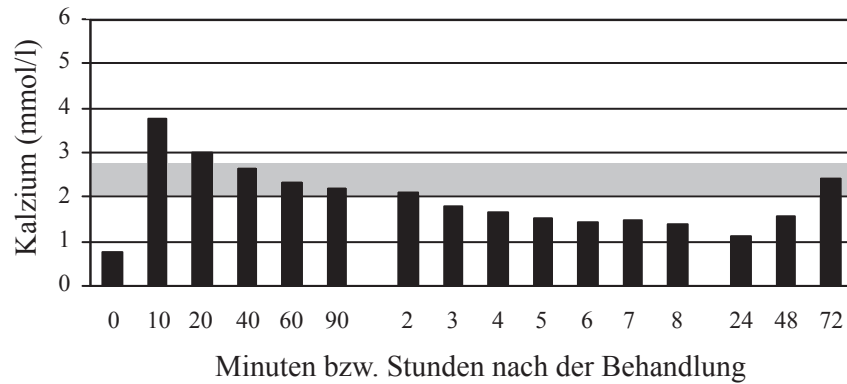
Vorbericht: Geburt mit Zughilfe vor 13 Stunden, seit 9 Stunden Festliegen.

Klinische Befunde: 38.2 °C / 104 / 44, Festliegen in Brustlage.

Verlauf: Innerhalb von acht Stunden nicht aufgestanden, deshalb 300 ml Calcamyl-40 MP® als Sturzinfusion und 200 ml subkutan. Downer-Cow-Syndrom. Wiederholte Behandlungen während der nächsten fünf Tage, ohne Erfolg, Euthanasie.

Besonderes: Bei der Creatin-Kinase weicht die Skalierung der Ordinate wegen hohen Werten von denjenigen der übrigen Kühe ab.

Kuh 36 (Gruppe C, Kalzium intravenös im Sturz)



Kuh, Fleck, 7 Jahre, sechste Laktation.

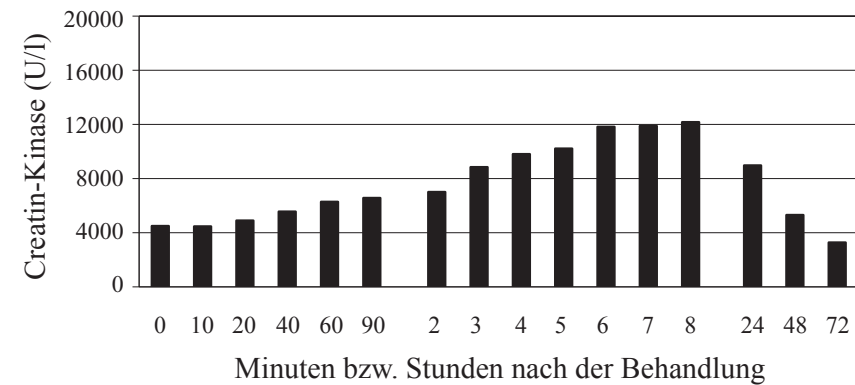
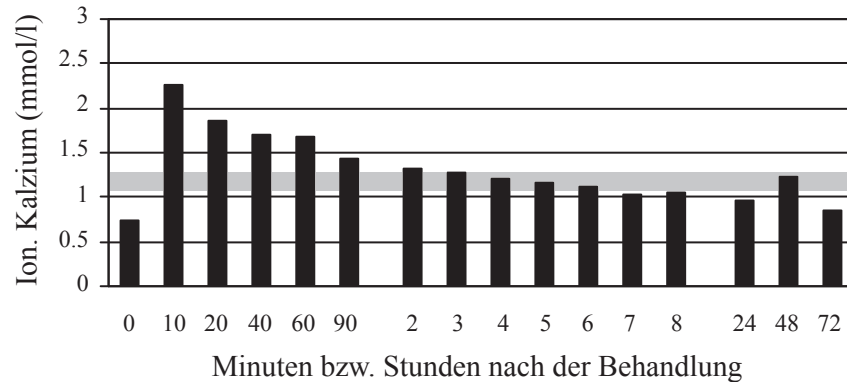
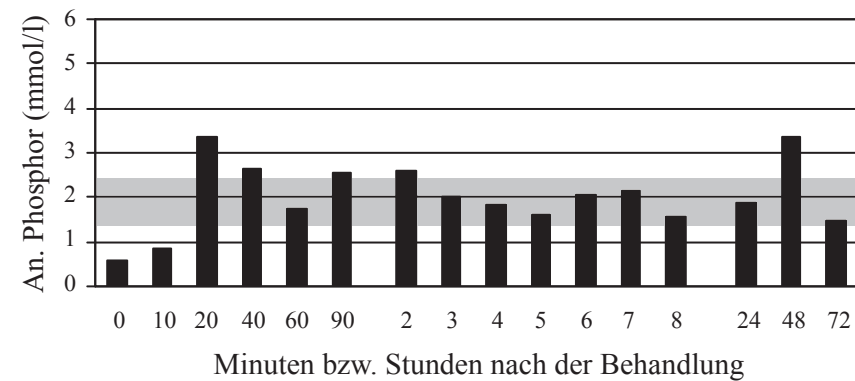
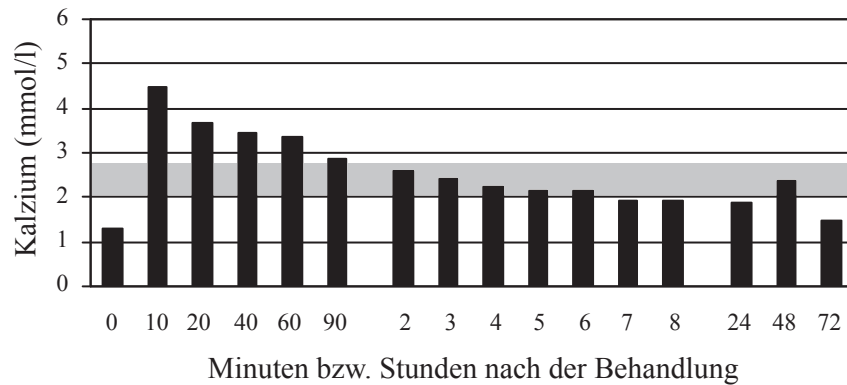
Vorbericht: Geburt mit starker Zughilfe vor 24 Stunden, seit 1 Stunde Festliegen.

Klinische Befunde: 37.3 °C / 68 / 36, Festliegen in Brustlage.

Verlauf: Aufstehen 40 Minuten nach Behandlung. Kein Rezidiv, anschliessend vollständige Erholung.

Besonderes: Bei der Creatin-Kinase weicht die Skalierung der Ordinate wegen hohen Werten von denjenigen der übrigen Kühe ab.

Kuh 37 (Gruppe D, Kalzium und Natriumphosphat intravenös im Sturz und Kalziumlaktat und Natriumphosphat oral)



Kuh, Fleck, 6 Jahre, vierte Laktation.

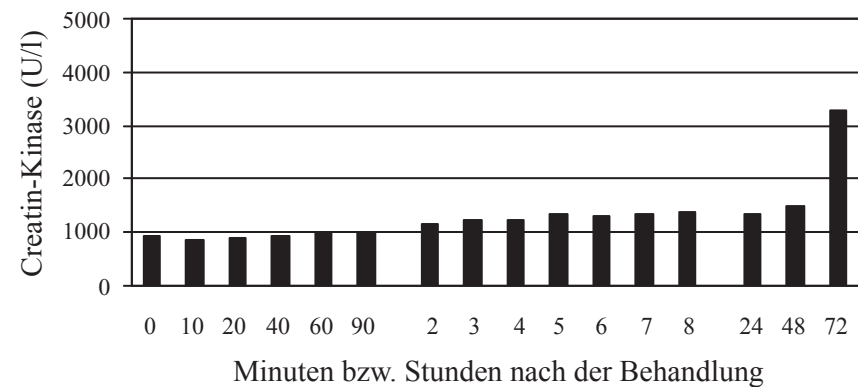
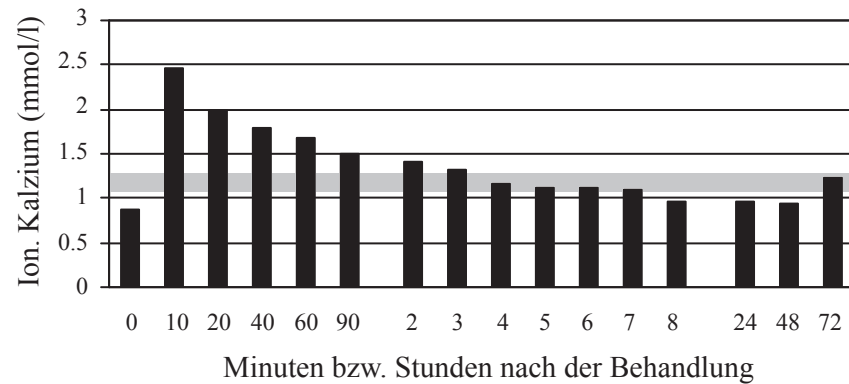
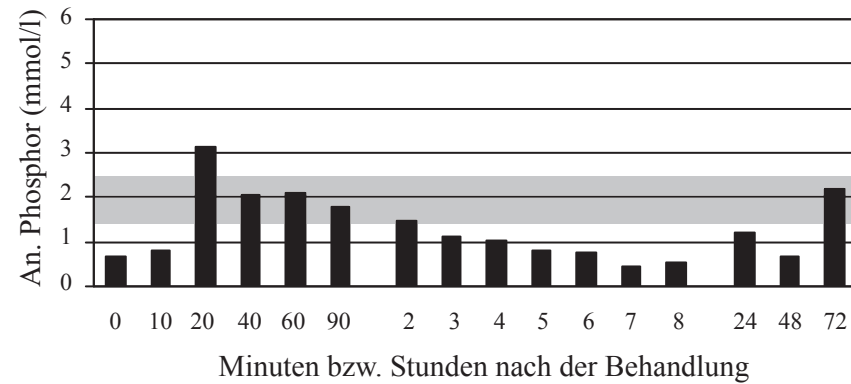
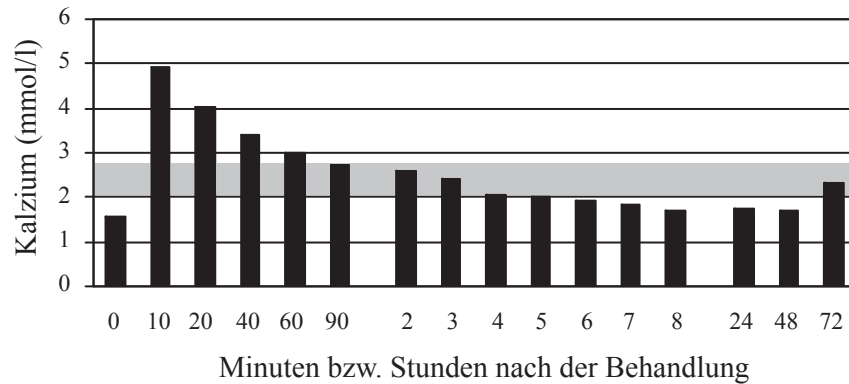
Vorbericht: Spontangeburt ohne Zughilfe vor 5 Stunden, seit 3 Stunden Festliegen.

Klinische Befunde: 38.6 °C / 116 / 32, Festliegen in Brustlage.

Verlauf: Innerhalb von acht Stunden nicht aufgestanden, deshalb 300 ml Calcamyl-40 MP® als Sturzinjektion und 200 ml subkutan. Downer-Cow-Syndrom, wiederholte Behandlungen, braucht während einer Woche Hilfe beim Aufstehen. Anschliessend vollständige Erholung.

Besonderes: Bei der Creatin-Kinase weicht die Skalierung der Ordinate wegen hohen Werten von denjenigen der übrigen Kühe ab.

Kuh 38 (Gruppe D, Kalzium und Natriumphosphat intravenös im Sturz und Kalziumlaktat und Natriumphosphat oral)



Kuh, Fleck, 8 Jahre, sechste Laktation.

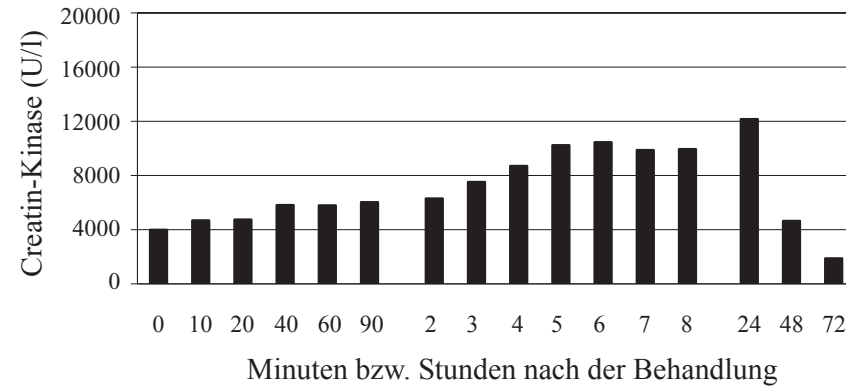
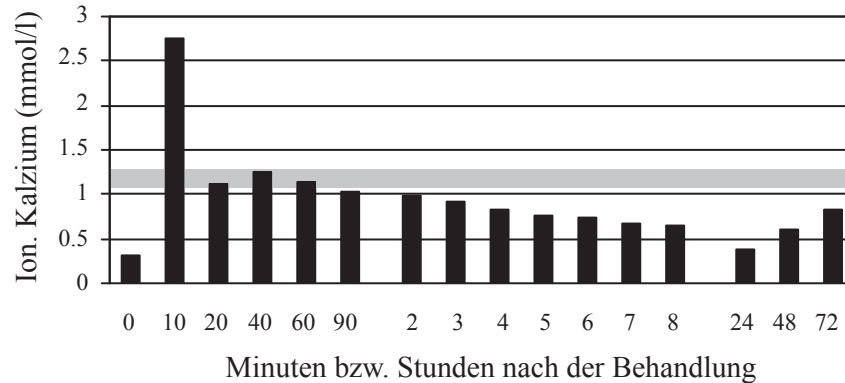
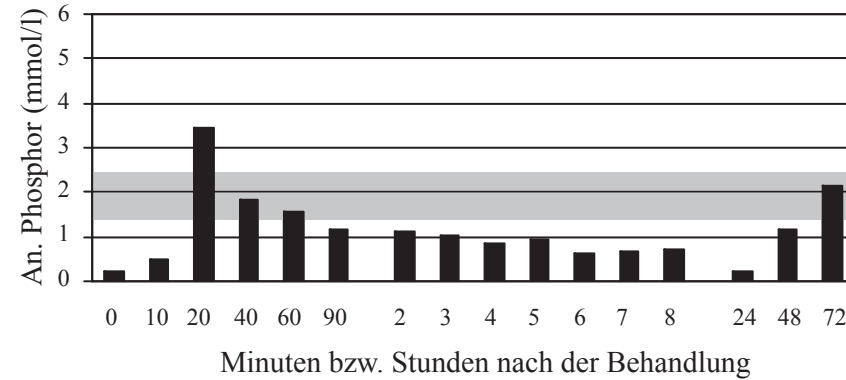
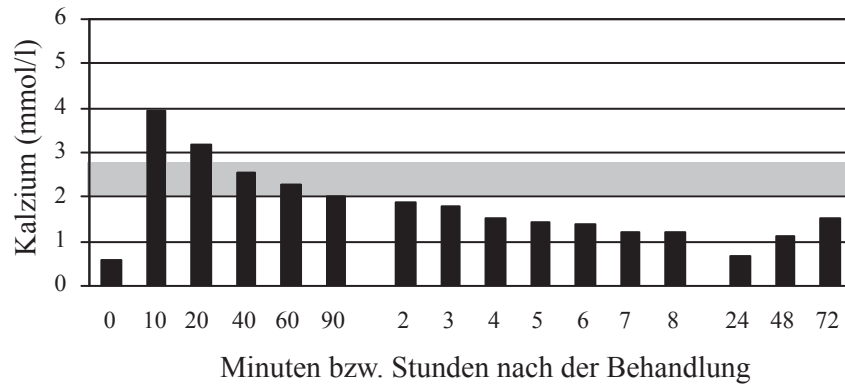
Vorbericht: Spontangeburt ohne Zughilfe vor 3 Stunden, seit 1 Stunde Festliegen.

Klinische Befunde: 38.0 °C / 88 / 36, Festliegen in Brustlage.

Verlauf: Aufstehen 40 Minuten nach Behandlung. Rezidiv nach 8 Stunden, deshalb 300 ml Calcamyl-40 MP<sup>®</sup> als Sturzinfusion und 200 ml subkutan. Wiederholtes Rezidiv nach 36 Stunden, deshalb 500 ml Calcamyl-40 MP<sup>®</sup> als Sturzinfusion. Anschliessend vollständige Erholung.

Besonderes: Bei der Creatin-Kinase weicht die Skalierung der Ordinate wegen hohen Werten von denjenigen der übrigen Kühe ab.

Kuh 39 (Gruppe D, Kalzium und Natriumphosphat intravenös im Sturz und Kalziumlaktat und Natriumphosphat oral)



Kuh, Holstein-Friesian, 8 Jahre, siebte Laktation.

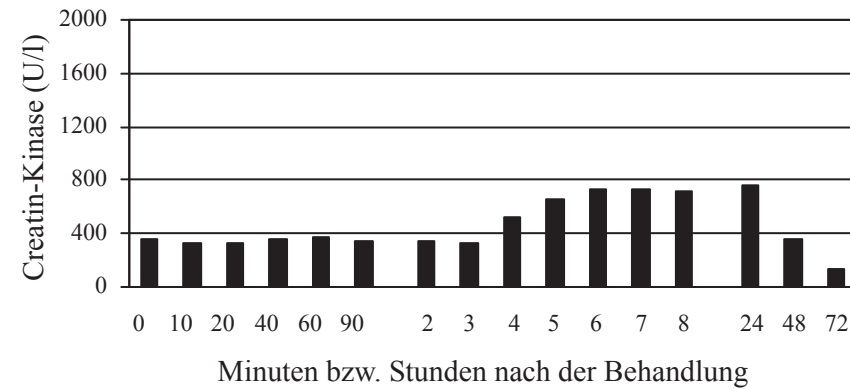
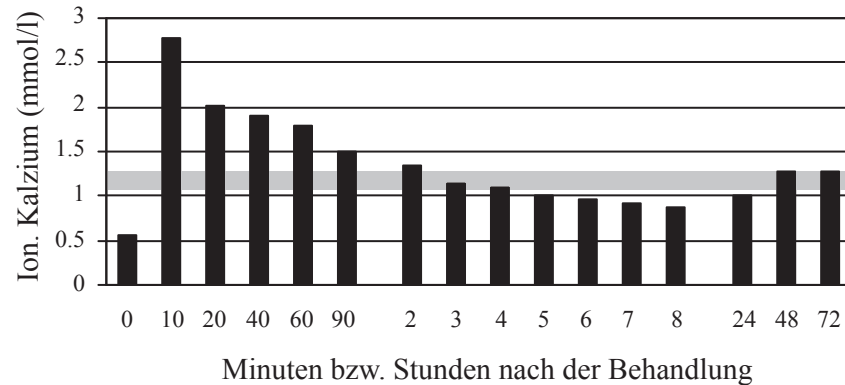
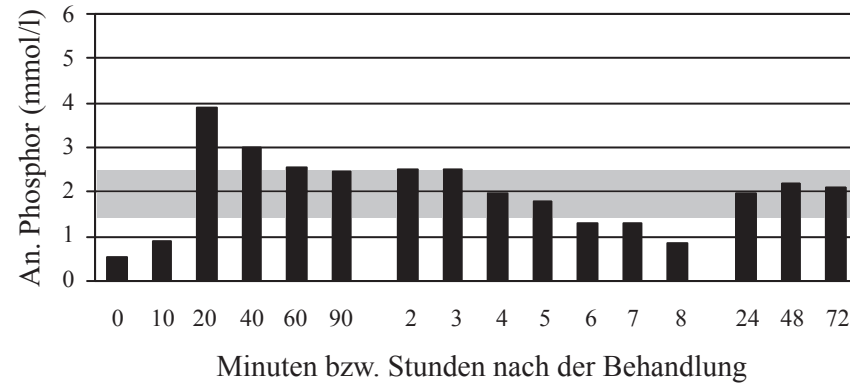
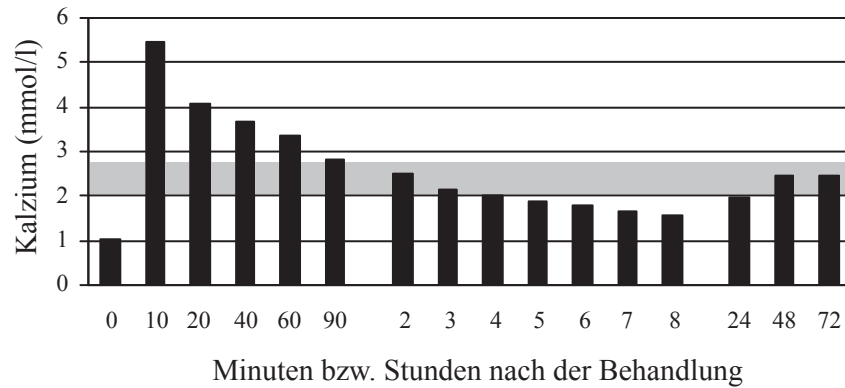
Vorbericht: Spontangeburt ohne Zughilfe vor 15 Stunden, seit 6 Stunden Festliegen.

Klinische Befunde: 38.1 °C / 100 / 28, Festliegen in Seitenlage.

Verlauf: Aufstehen 2 Stunden nach Behandlung. Rezidiv nach 24 Stunden, deshalb 500 ml Calcamyl-40 MP® als Sturzinfusion. Anschliessend vollständige Erholung.

Besonderes: Bei der Creatin-Kinase weicht die Skalierung der Ordinate wegen hohen Werten von denjenigen der übrigen Kühe ab.

Kuh 40 (Gruppe D, Kalzium und Natriumphosphat intravenös im Sturz und Kalziumlaktat und Natriumphosphat oral)



Kuh, Holstein-Friesian, 4 Jahre, dritte Laktation.

Vorbericht: Geburt mit leichter Zughilfe vor 22 Stunden, seit 6 Stunden Festliegen.

Klinische Befunde: 37.9 °C / 68 / 32, Festliegen in Brustlage.

Verlauf: Innerhalb von acht Stunden nicht aufgestanden, deshalb 300 ml Calcamyl-40 MP<sup>®</sup> als Sturzinfusion und 200 ml subkutan. Aufstehen 2 Stunden nach Zweitbehandlung. Kein Rezidiv, anschliessend vollständige Erholung.